

Sinuhe Ky:n Lahden leipomon materiaali- ja energiatehokkuus

Esiselvitys

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Energia-asiat
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Efe Virto

Teollisen ruoantuotannon energia- ja materiaalisivuvirroissa on merkittäviä mahdollisuuksia hyötykäyttöön. Hyödyntämällä sivuvirtoja oikeaoppisesti voidaan pienentää tuotannon jättämää hiilijalanjälkeä sekä mahdollisesti tuottaa taloudellista hyötyä alan toimijoille. Erityisesti leipomoyritysten toiminnassa voimakkaasti läsnä oleva, uunien käytöstä syntyvä ylijäämälämpö muodostaa potentiaalin, jota ei välttämättä tiedosteta ja täten osata hyödyntää. Toinen merkittävä sivuvirta on tuotannossa syntynyt biojäte, jota harvemmin hyödynnetään etenkin paikallisesti.

Työn toimeksiantajana toimi Sinuhe Ky, joka vaikuttaa ensisijaisesti Lahden seudulla. Valveutuneena ympäristötoimijana yritys etsii jatkuvasti uusia mahdollisuuksia kehittää toimintaansa ja omavaraisuuttaan. Materiaali- ja energiatehokkuuttaan kehittämällä se lisää kilpailukykyään ja kantaa kasvavan osan yhteiskuntavastuustaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Sinuhe Ky:n Lahden leipomon resurssivirtoja sekä niiden potentiaalisia hyötykäyttökohteita ja -mahdollisuuksia. Tulosten perusteella saadaan käsitys leipomon tuottamista ylijäämistä ja potentiaalista niiden pienentämiseen sekä hyötykäyttöön. Työtä ja sen tuloksia voidaan käyttää Sinuhe Ky:n sekä muiden vastaavan kokoluokan leipomoyritysten toiminnan tarkastelussa ja kehitysmahdollisuuksien etsimisessä.

Selvityksen aikana yrityksen toiminnassa ilmeni hyödyntämättömiä ja merkittäviäkin materiaali- ja energiavirtoja. Niiden käyttöön valjastaminen voi kuitenkin vaatia kyseisen kokoluokan yritykselle jokseenkin suuria mutta pidemmän päälle hyödyllisiä investointeja.

Asiasanat: leipomo, energiatehokkuus, materiaalitehokkuus, ylijäämälämpö, hyötykäyttö

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

VIRTO, EFE:

Material and energy efficiency at
Sinuhe Ky bakery in Lahti
Preliminary report

Bachelor's Thesis in Energy
Technology

40 pages, 2 pages of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

There are considerable utilization possibilities in the energy and material side streams of industrial food production. If they are used well, it is possible to diminish the carbon footprint left by production and even generate economic value for operatives of the industry. Surplus heat produced by ovens used especially in bakery companies forms a considerable potential, but is not necessarily recognized and thus utilized. Another significant side stream is production-generated biostream, which is not so often utilized, especially locally.

This thesis was commissioned by Sinuhe Ky, which operates primarily in the Lahti region. As an environmentally aware operative, the company is constantly looking for new possibilities for improving its activities and self-sufficiency. By improving its material and energy efficiency it increases its competitiveness and carries an increasing part of its social responsibility.

The purpose of this thesis was to examine the resource streams and their potential utilization targets and possibilities in the Sinuhe Ky bakery in Lahti. Based on the results, a general understanding can be formed on the surplus produced by the bakery as well as on the potential for diminishing and utilizing the surplus. The thesis and its outcome can be used for examining the operation of and seeking possibilities for improvement in Sinuhe Ky and other bakery companies of its size.

The examination revealed unutilized and prominent material and energy side streams. However, for the size of the bakery, investments needed for utilizing mentioned streams can be rather large, but useful in the long run.

Key words: bakery, energy efficiency, material efficiency, surplus heat, utilization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VUORIPOJANKADUN LEIPOMO LYHYESTI	3
2.1	Tuotanto	3
2.2	Materiaalisivuvirrat	5
2.3	Energiankulutus	8
2.4	Ylijäämälämpö	12
2.5	Vesi	13
3	MÄÄRITELMIÄ	15
3.1	Materiaalitehokkuus	15
3.2	Energiatehokkuus	16
4	MATERIAALI- JA ENERGIATEHOKKUUS SINUHELLA	17
4.1	Materiaalitehokkuus	17
4.2	Sivuvirtojen supistaminen	20
4.3	Sivuvirtojen hyödyntäminen	20
4.4	Sähkönkulutuksen pienentäminen	22
4.5	Ylijäämälämpö	23
5	VAIHTOEHTOISIA ENERGIANTUOTANTOMENETELMIÄ	28
5.1	Aurinkoenergia	28
5.2	Tuulivoima	29
6	JATKOTUTKIMUSAIHEITA	31
6.1	Biosivuvirta	31
6.2	Ylijäämälämpö	32
6.3	Maa- ja kalliolämpö	33
6.4	Energiatehokkuussopimukset	33
6.5	Toimiston kehittäminen	34
7	YHTEENVETO	36
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	41

1 JOHDANTO

Kattava energia- ja materiaalisivuvirtojen hyödyntäminen on tapa pienentää päästöjä ja kustannuksia, ja täten parantaa kilpailukykyä. Investoinnit voivat alkuun vaikuttaa hintavilta, mutta ne alkavat maksaa itseään takaisin välittömästi hankinnan jälkeen. Erityisesti teollisessa leivontatoiminnassa sivuvirrat ovat merkittäviä ja niiden valjastamatta jättäminen voikin tarkoittaa resurssien hukkaan heittämistä ja siten taloudellisen tappion tuottamista.

Lahtelainen, alueella hyvin tunnettu ja merkittävä leipomoalan toimija Sinuhe Ky on perheyritys, jonka päätoimialoja ovat leipominen ja suurkeittiötoiminta. Yritys omistaa kaksi leipomoa sekä useita kahviloita ja lounaskahviloita Lahden ja Kouvolan alueella. Lahdessa Vuoripojan-kadulla sijaitseva leipomo vastaa suurimmasta osasta yrityksen tuotannosta ja toimii ensisijaisena jakelijana Lahden alueen kahviloihin ja lounaskahviloihin. Leipomon kanssa samassa kiinteistössä sijaitsee myös tehtaanmyymälä ja lounaskahvila keittiöineen. Viereisessä kiinteistössä puolestaan sijaitsee yrityksen pääkonttori.

Yritys on jo työn kirjoitushetkellä valveutunut ympäristötoimija. Sen prosessien tuottamaa ylijäämälämpöä pyritään hyödyntämään ja tuotettu potentiaalinen jäte lajittelemaan mahdollisimman tarkkaan jäteveden rasvanerottelua myöten. Yrityksessä pyritään jatkuvasti tehostuvaan toimintaan, jonka puitteissa kehityskohteisiin kiinnitetään huomiota sitä mukaa kun niitä löytyy ja todetaan kannattaviksi.

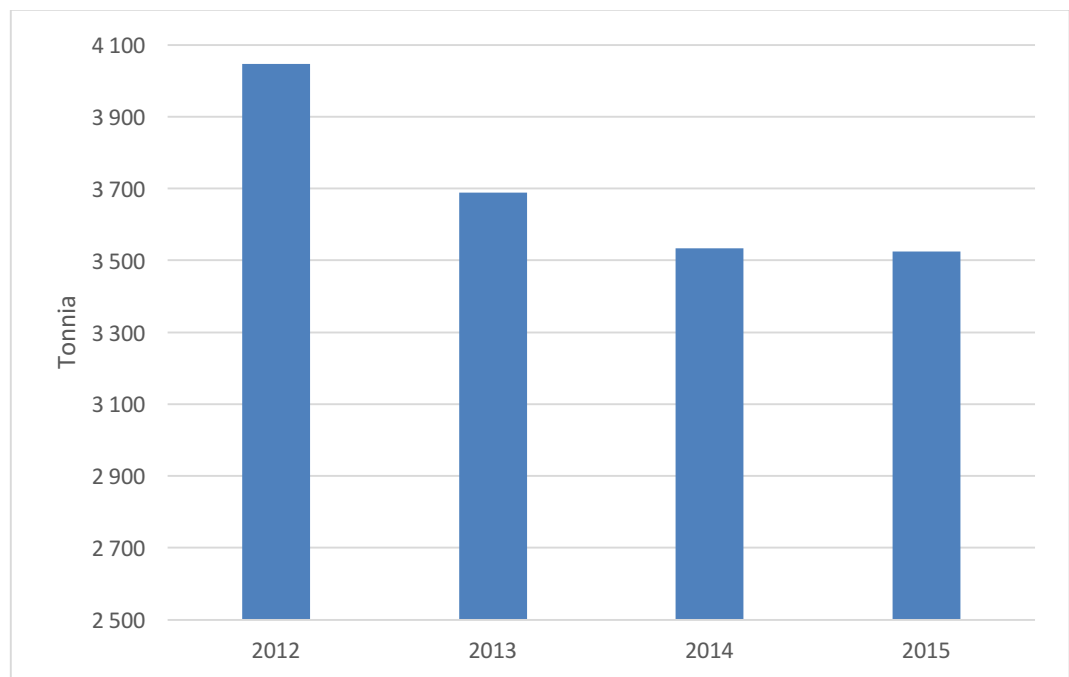
Työssä tarkastellaan kokonaisvaltaisesti leipomon energia- ja materiaalivirtoja, tavoitteena luoda ehjä kokonaiskuva niistä ja leipomon toiminnasta. Näiden perusteella pyritään etsimään kehityskohteita ja tapoja hyödyntää kyseisiä sivuvirtoja leipomon tai yrityksen omassa toiminnassa. Työssä etsitään myös leipomon toimintaan liittyviin tilastoihin ja tuotantotietoihin perustuvia tehokkuusmittareita, joita voidaan tarvittaessa soveltaa esimerkiksi muiden alan toimijoiden prosesseja tarkasteltaessa.

Teoria- ja tutkimusosuuksien jälkeisessä luvussa 6 esitellään jatkotutkimusaiheita, ajatuksia ja ehdotuksia, joihin ei itse työn puitteissa päästy syventymään. Samassa luvussa käydään lyhyesti läpi toimiston energia- ja materiaalitehokkuutta. Kaikki työssä esitetyt euromäärät ovat arvonlisäverottomia.

2 VUORIPOJANKADUN LEIPOMO LYHYESTI

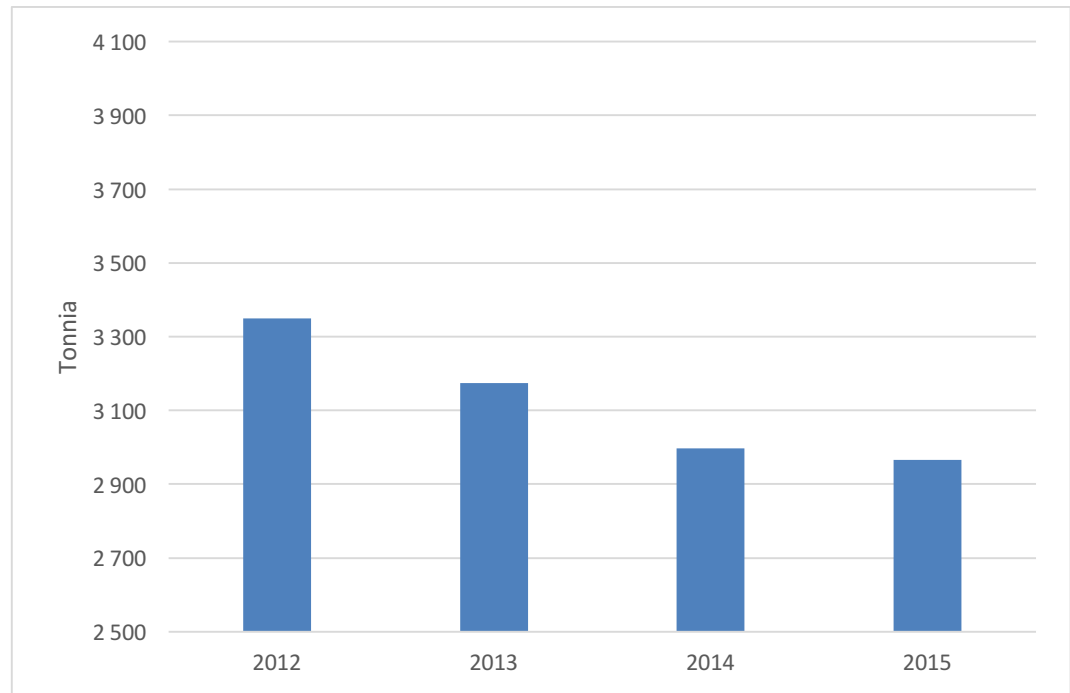
2.1 Tuotanto

Vuoripojankadun tuotantolaitoksessa leivottiin vuoden 2015 aikana noin 3 520 000 kg leipomotuotteita, josta valtaosa koostuu erityyppisistä leivistä ja pieni osuus puolestaan ensisijaisesti makeista leipomotuotteista (Salminen 2017a). Kuviosta 1 nähdään leipomon tuotannon olleen hidastuvassa laskussa viime vuosien aikana. Vuosien 2014 ja 2015 kokonaistuotantojen perusteella voitaisiin kuitenkin nähdä trendin asettuneen vakaammalle tasolle.



KUVIO 1. Leipomon tuotanto vuosina 2012 – 2015 (Salminen 2017a; Salminen 2017b)

Vuoden 2015 tuotantoon käytettiin noin 2 920 000 kg ja noin 15 500 litraa erityyppisiä raaka-aineita sekä noin 1 600 000 kg raaka-ainevettä; kaiken kaikkiaan siis noin 4 530 000 kg raaka-aineita (Salminen 2017a). Kuviossa 2 esitetään raaka-aineiden käyttö menneiden vuosien ajalta, raaka-ainevettä lukuun ottamatta.



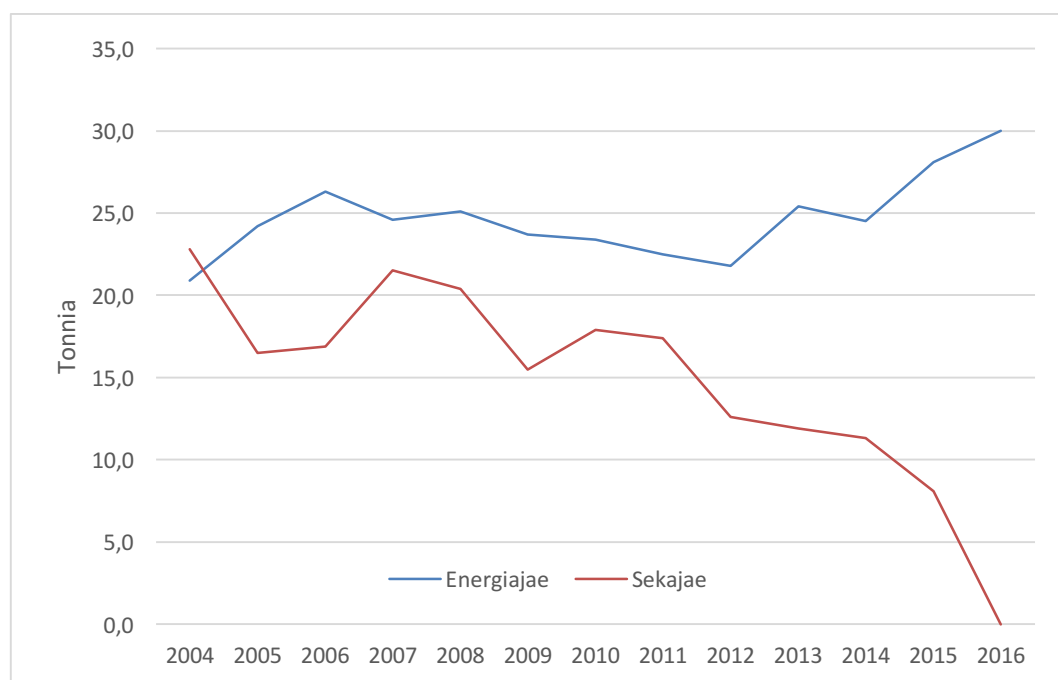
KUVIO 2. Käytettyjen raaka-aineiden määrä vuosina 2012 – 2015
(Salminen 2017a; Salminen 2017b)

Kuvioiden 1 ja 2 trendit vaikuttaisivat muistuttavan toisiaan, antaen viitteitä siirtymästä vakaammalle tasolle. Mahdollisimman ajankohtaisen kuvan saavuttamiseksi tuotantoon liittyviä asioita käsitellään jatkossa tuoreimman ja vakaalta vaikuttavan vuoden 2015 tiedon valossa.

Merkittävimpiä leipomon prosesseissa käytössä olevia sähköllä toimivia laitteita ovat taajuusmuuntajalla toimiva paineilmakompressori, taikinakulhot, erityyppiset kuljettimet ja pakkauslaitteet eri tarkoituksiin sekä kylmä- ja pakkastilat. Kaasutoimisia laitteita leipomossa ovat lämmitys- ja höyrykattila sekä kolme pinnauunia ja kaksi kiertoarinauunia. Toinen, vanhempi kiertoarinauuni on käytössä vain harvoin, jos ollenkaan, siinä missä muut uunit ovat käytössä päivittäin.

2.2 Materiaalisivuvirrat

Leipomossa syntyneet materiaalisivuvirrat koostuvat pääasiassa energia- ja biojakeista. Muut kerätyt jakeet ovat muovi, metalli, paperi ja kartonki, lasi, sähköelektroniikkaromu ja vaarallinen jäte. Kaikki tuotantolaitoksella syntynyt, paikallisesti hyödyntämiskelvoton materiaali sähköelektroniikkaromua ja ongelmajätettä lukuun ottamatta noudetaan Lassila & Tikanoja Oy:n toimesta Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n laitokselle Lahden Kujalaan asianmukaisin tavoin käsiteltäväksi. Energiajätettä syntyi vuoden 2015 aikana noin 28 100 kg, biojätettä puolestaan noin 155 000 kg ja rasvanerotuskaivon lietettä 19 500 kg. Vuotuiset keskiarvot jätteentuotoille ovat vastaavasti noin 24 500 kg energiajätettä, 153 000 kg biojätettä ja 19 500 kg rasvanerotuskaivon lietettä. Laitoksessa syntynyt energiajäte koostuu pitkälti sekalaisesta muihin jakeisiin sopimattomasta mutta poltettavaksi soveltuvasta materiaalista. Kuviossa 3 esitetään energia- ja sekajakeiden synnyn kehitykset vuosien 2004 ja 2016 välillä. Loppuvuodesta 2015 tuotetun sekajakeen määrä saatiin pudotettua hyvin lähelle nollaa, jossa se sittemmin onkin pysynyt. Häviävän pieniä määriä sekajätettä syntyy yhä, esimerkiksi lasivillaa, posliinia ja jätejauhoon sekoittunutta pientä metallisilppua. Kokonaisuuden kannalta näiden määrät kuitenkin ovat merkityksettömiä. Liitteessä 1 on saatavilla lisätietoja tuotetuista jakeista vuositason tasolla. (Stång 2016; Stång 2017)



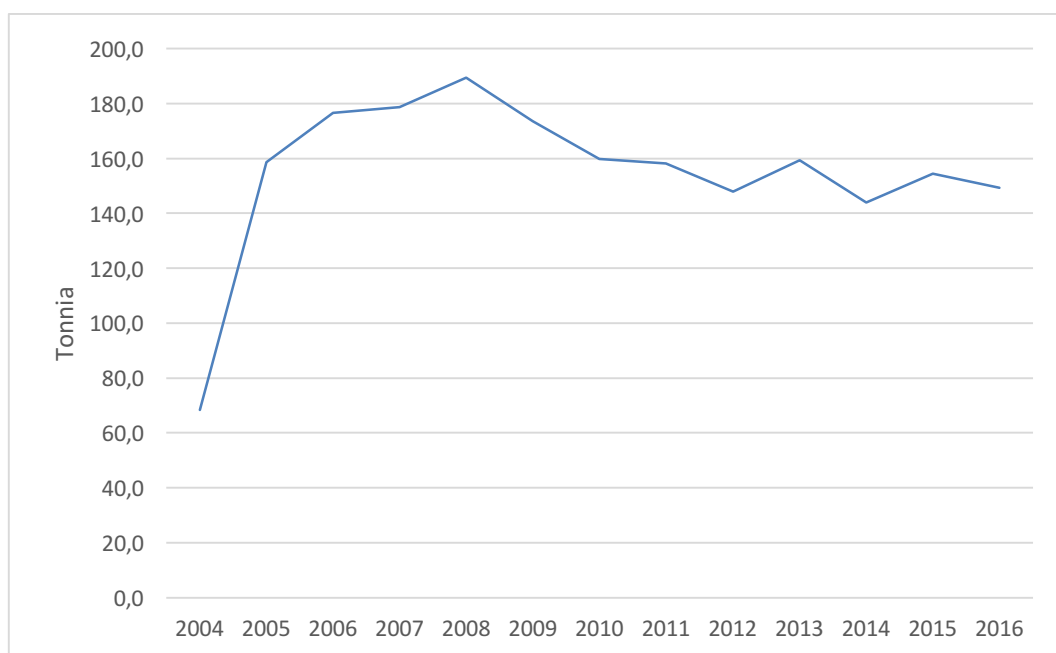
KUVIO 3. Energia- ja kaatopakkajakeiden synty leipomossa vuosina 2004 – 2016

Leipomon yhteydessä toimivan keittiön osuus biojakeen tuotosta on noin 50 – 60 kg vuorokaudessa, jonka perusteella vuotuiseksi tuotoksi voidaan laskea noin 15 000 kg vuodessa. Kokonaistuotannon ja tuotetun biojakeen massoilla voidaan biojakeen määrän laskea vuonna 2015 olleen noin 4,0 % kokonaistuotannosta. Leipomon tuotepäällikön mukaan noin viiden prosentin hävikki on matalin mahdollinen, johon voidaan päästä ilman riskiä kysyntää vastaamattomasta tuotannosta (Salminen 2016).

Kuvioiden 3 ja 4 pystyakselien arvoja vertaamalla nähdään kyseessä olevien sivuvirtojen massojen liikkuvan aivan eri mittaluokissa. Massallaan sivuvirtoja dominoiva biojäte voidaan jakaa viiteen kategoriaan, jotka ovat ylijäämätuotanto, tuore taikina, raski eli taikinajuuri, leivänmurut ja leikkausylijäämä sekä myyntikelvottomat tuotteet. Eräs paikallinen toimija on noutanut viimeisenä mainittua eläinravinnoksi tuotantolaitokselta ilman korvausta jo useiden vuosien ajan. Kuka vain voi niin halutessaan noutaa myyntikelvottomia tuotteita leipomolta etukäteen solmitun, suullisen sopimuksen perusteella. Työn kirjoitushetkellä ensisijaisesti myyntikelvottomasta leivästä koostuvaa eläinravintoa noudetaan leipomolta noin

puolet muuten syntyvän biojakeen massasta eli noin kuusi tonnia kuukaudessa. Ylijäämätuotantoa myydään tehtaanmyymälässä alennetuin hinnoin tappion kompensoimiseksi ja jätteentuoton vähentämiseksi, tuore taikina ja raski puolestaan käytetään leivonnassa hyödyksi mahdollisimman tarkkaan. Kuviosta 4 nähdään biojakeen vuosittaisen tuoton pienentyneen vuodesta 2008 alkaen, mutta sittemmin määrän pysytelleen vakaasti 150 tonnin paikkeilla. Nykyhetkeenkin asti jatkunut vakaus antaa viitteitä biojakeen potentiaalista toimia pysyvänä resurssilähteenä, vaikkakin vuodesta 2012 eteenpäin kuvaajan trendi on lievästi laskeva. Suurimman sivuvirran muodostava biojäte aiheuttaa luonnollisesti myös suurimman osan ympäristöhuollosta koituvista kustannuksista.

Biojakeen käsittelyn aiheuttamat kustannukset olivat vuonna 2015 noin 17 600 euroa, vuotuisen keskiarvon ollessa noin 16 000 euroa. Vastaavat arvot biojakeen tuoton kanssa osin rinnan kulkevaan rasvanerotus-kaivolietteeeseen liittyen ovat noin 1550 ja 1500 euroa. Tarkempia tietoja myös kuluista on saatavilla liitteessä 1. Biojakeen aiheuttamat kustannukset muodostuvat kokonaisuudessaan raaka-aine-, työ-, prosessointi-, energia-, jakeenkäsittely- sekä rasvanerotuskaivolietteen käsittelykustannuksista, joten todellinen kustannus on mainittua 16 000 euron vuosikeskiarvoa korkeampi ja vaikea määrittää.



KUVIO 4. Biojakeen tuotto leipomossa vuosina 2004 – 2016

2.3 Energiankulutus

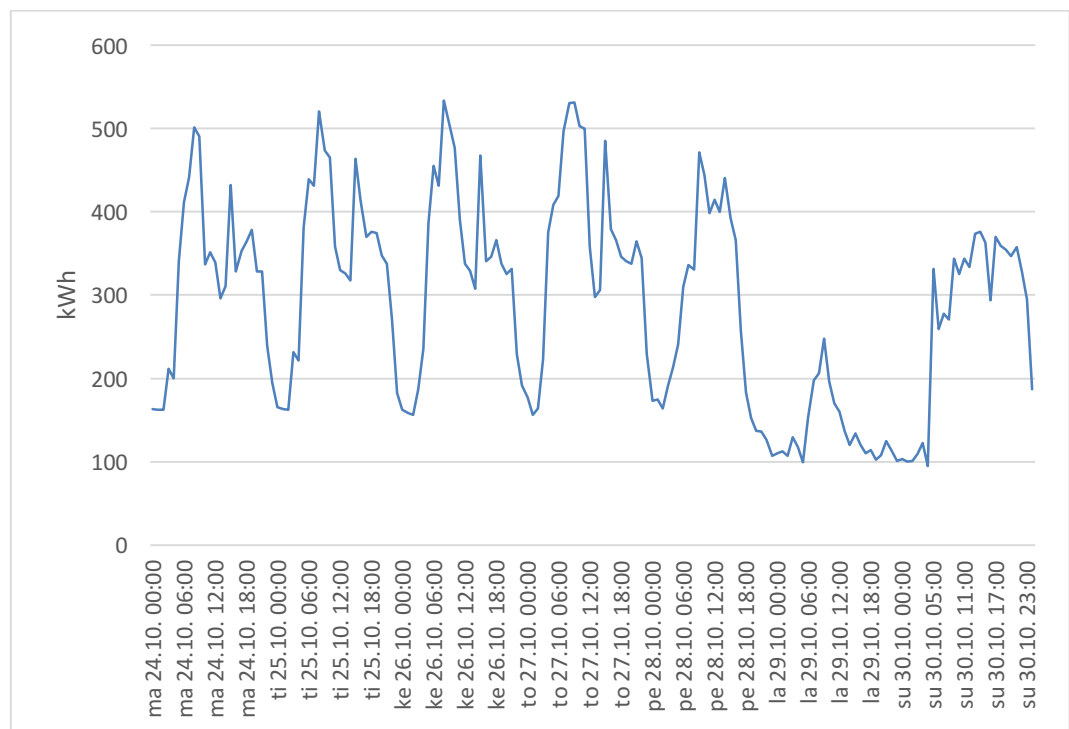
Lahden leipomossa käytetään energiaa sähkön ja maakaasun muodossa, joista molempia ostetaan Lahti Energialta. Sähkö tuotetaan maakaasulla, kivihiilellä ja osin biojakeella, maakaasu puolestaan tuodaan Venäjältä. Kirjanpito kulutetuista määristä sekä varoista on saatavilla vuoden 2013 syyskuusta alkaen Lahti Energian verkkopalvelusta kuukausittaisena laskutuksena sekä erillisenä kulutuksen tarkkailuna. Vuoden 2015 sähköenergian kulutus oli noin 2580 MWh ja maakaasun noin 430 000 m³, joka on energiasisällöltään noin 4300 MWh. Vastaavat vuotuiset keskiarvot vuosien 2014 – 2016 ajalta ovat 2580 MWh ja 441 000 m³ (noin 4410 MWh). Käytetyn sähköenergian aiheuttamat kustannukset olivat vuonna 2015 noin 160 000 euroa ja maakaasun puolestaan 290 000 euroa.

Suurimman osan kulutuksesta muodostavat kolme kappaletta 150 kW kaasupoltinkäyttöisiä pinnauuneja sekä noin 1800 MWh kaasuaenergiaa vuodessa kuluttava kiertoarinauuni, jonka tehosta ei ollut saatavilla

tarkempaa tietoa. Uunit ovat myös suurin luvussa 2.4 käsiteltävän ylijäämälämmön lähde.

Sähkönkulutuksen laskutuksessa on tuntemattomasta syystä vuoden 2014 ajalta aukko itse sähköenergian hinnassa, jonka vuoksi kokonaishinta vaikuttaa ensi silmäyksellä olevan myöhempiä vuosia alhaisempi kulutuksen pysyessä samalla tasolla. Tarkempia tietoja vuosittaisista kulutuksista ja kustannuksista on saatavilla liitteessä 2.

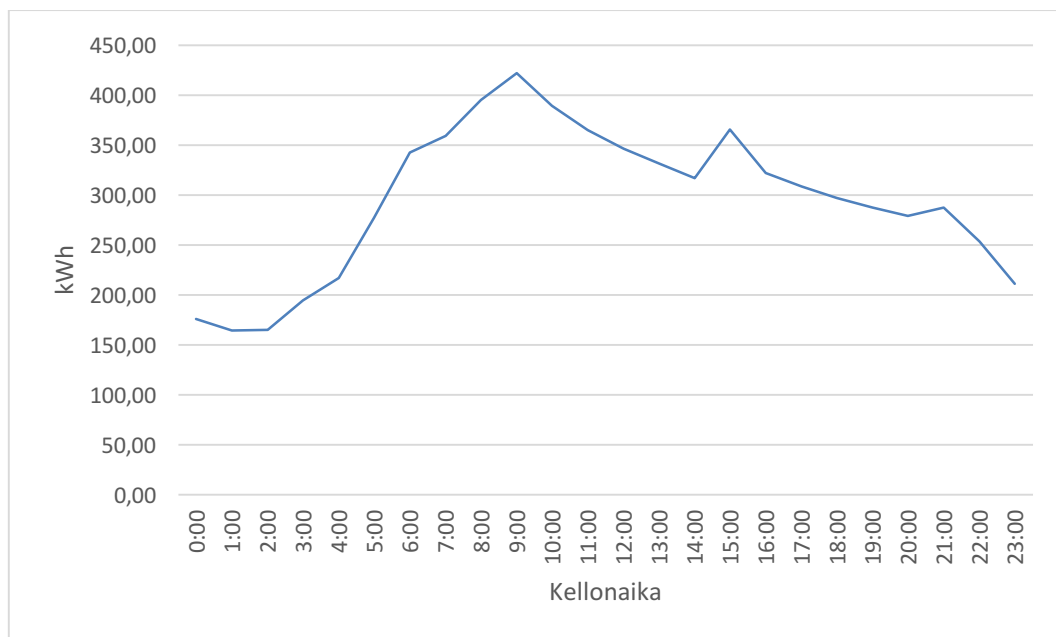
Leipomon tuntikohtainen sähkönkulutus vuoden 2016 aikana vaihteli 88 ja 580 kWh:n välillä, ja vuoden keskiarvo tuntikulutukselle on noin 290 kWh. Kuviosta 5 voidaan nähdä sähkönkulutuksen olevan viikonloppuisin keskimäärin arkipäiviä pienempää, joskus jopa olematonta. Tämän vuoksi viikottainen sähkönkulutustrendi on laskeva.



KUVIO 5. Leipomon sähkönkulutus tunneittain 24.10. – 30.10.2016

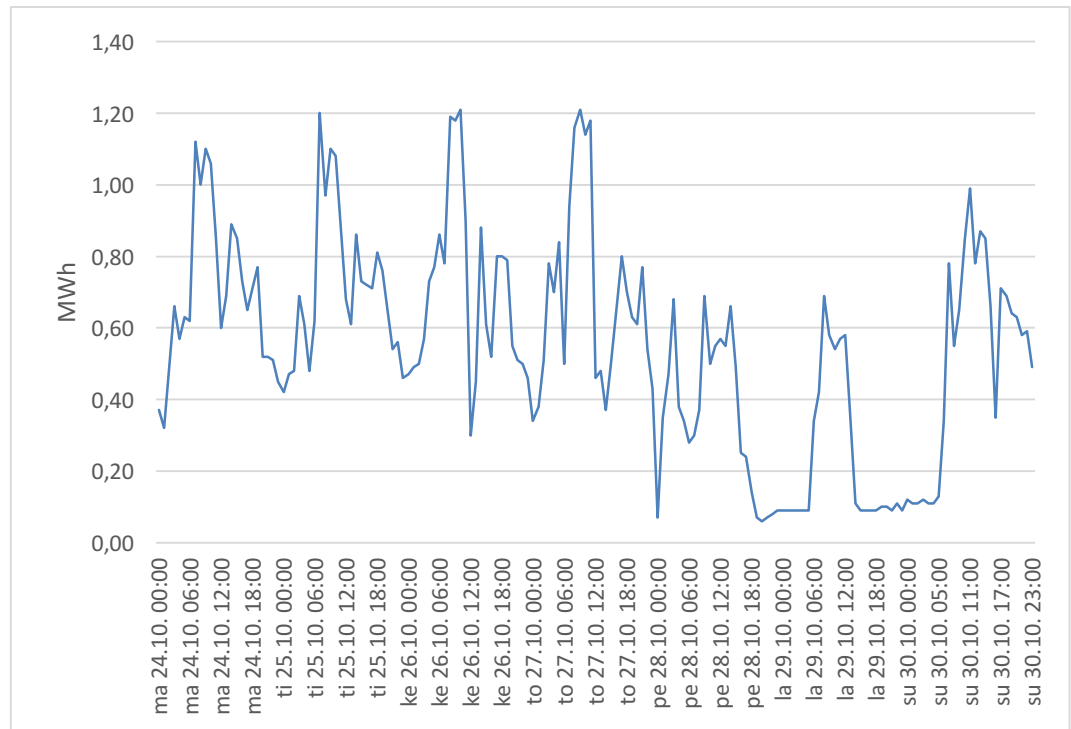
Kuviossa 6 selkeämmin näkyvät, päivätason korkeimmat kulutuspiikit sijoittuvat noin aamuyhdeksään sekä noin kello kolmeen iltapäivällä. Matalin kulutus vuorokauden aikana puolestaan sijoittuu keskiyön

tuntumaan, jolloin suurin henkilötöymäärä koostuu lähettämötoiminnasta ja leivontaprosesseista vain leipälinjat ovat käytössä.

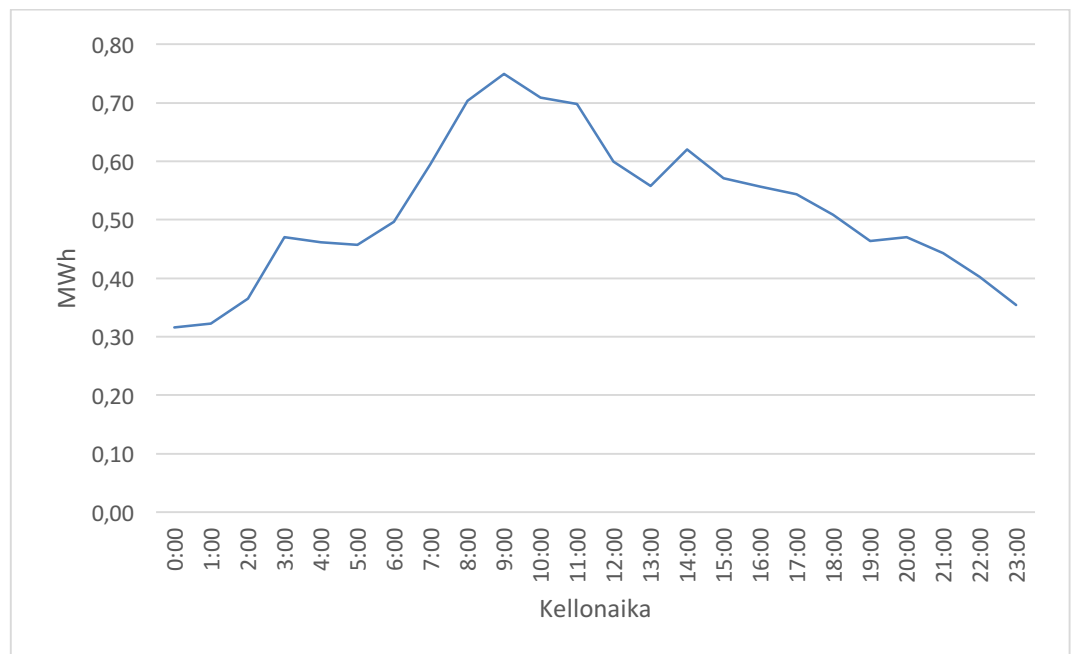


KUVIO 6. Leipomon sähkönkulutuksen vuorokausijakauman vuoden 2016 keskiarvo

Leipomon tuntikohtainen kaasunkulutus vuoden 2016 aikana vaihteli 0,00 ja 1,40 MWh:n välillä ja vuoden keskiarvo tuntikulutukselle on noin 0,52 MWh. Kuviossa 7 esitetään kaasun kulutus tunneittain keskivertoviikon aikana, joka on vertailun vuoksi sama kuin kuviossa 5. Sähkön ja kaasun kulutukset ovat jossain määrin toisiinsa sidoksissa, etenkin kulutuspiikkien suhteen; sähkönkulutuspiikki seuraa kaasunkulutuspiikkiä noin tunnin viiveellä, joka johtuneee kaasu-uunissa paistetun tuotteen jälkikäsittelystä. Kuviossa 8 esitetään leipomon kaasunkulutuksen vuorokausijakauman vuoden 2016 keskiarvo. Siitä käy ilmi kolme kulutuspiikkiä vuorokauden aikana: kello kolmen ja kello yhdeksän aikaan aamulla sekä kahden aikaan iltapäivällä. Keskimääräinen kulutushuippu sijoittuu aamu-yhdeksään, matalin kulutus puolestaan kello kahteentoista yöllä, jolloin tuotantokin on pienimmillään.



KUVIO 7. Kaasuenergian kulutus leipomossa tunneittain 24.10. – 30.10.2016



KUVIO 8. Leipomon kaasunkulutuksen vuorokausijakauman vuoden 2016 keskiarvo

2.4 Ylijäämälämpö

Uunien ja jäähdytyslaitteiden tuottamaa ylijäämälämpöä hyödynnetään leipomorakennuksen lämmityksessä, minkä ansiosta vältetään tarve liittää kiinteistö kaukolämpöverkkoon. Leipomon toimialajohtajan mukaan leipomohallia joudutaan kuitenkin talvisaikaan erikseen lämmittämään uuneilla, pelkän paistamisen lisäksi (Hokkinen 2017). Uunien kaasupolttimia siis käytetään niiden alkuperäisen tarkoituksen vastaisesti, jotta tilat pysyisivät inhimillisen lämpöisinä. Lisäksi leipomon paineilmajärjestelmän yhteydessä käytetyn sähkömoottorin tuottamaa ylijäämälämpöä hyödynnetään käyttöveden lämmityksessä. Viileämpinä kausina ylijäämälämpöä hyödynnetään ilmanvaihtojärjestelmän avulla sisään pumpatun, raittiin ilman esilämmitykseen; alle 16-asteinen ulkoilma esilämmitetään noin 16-asteiseksi. Tätä tarkoitusta varten lämpö siirretään käyttövedestä suljettuun glykolikiertojärjestelmään, joka on asennettu ilmanvaihdon yhteyteen. Vuoden 2017 aikana merkittävimpään poistoilmapiippuun on pyrkimyksenä asentaa nestekierto perustuva kondensaatiotalteenottojärjestelmä, jolla mahdollistetaan lämmön talteenotto ulos virtaavasta, lähes 300-asteisesta ilmasta. Kondensaatiotalteenotto perustuu savukaasujen jäähdytykseen ja jäähdytyksessä vapautuneen lämpöenergian siirtämiseen suljettuun nestekierto.

Ulkolämpötilan madaltuessa tarpeeksi tuotantotilojen sähköistetyt nosto-ovet asetetaan automaattiasetukselle siten, että yksittäisellä sisäänkäynnillä vain yksi kahdesta peräkkäisestä ovesta on kerrallaan auki. Näin vältetään kylmän ulkoilman suora virtaaminen tuotantotiloihin sekä huomattavan lämpömäärän karkaaminen niistä.

Jo käytössä olevista hyötykäyttömenetelmistä huolimatta ylijäämälämpöä joudutaan laskemaan ulkoilmaan myös kontrolloimattomia väyliä myöten. Erityisesti lämpiminä kausina se on leipomon suurin yksittäinen hukkaan menevä resurssi.

2.5 Vesi

Kaiken veden leipomolle toimittaa Lahti Aqua. Taulukossa 1 esitettyjen lukemamittausten perusteella leipomon vuotuinen keskimääräinen puhtaan veden kulutus on tilavuudeltaan noin 7000 m³. Vesi-yhtiön peruspolitiikkaa on olettaa kiinteistöstä poistuvan, erikseen mittaamatta jätetyn jäteveden määrän olevan sama kuin kiinteistöön pumpatun puhtaan veden määrä. Taulukossa 2 esitetyn, vuonna 2009 suoritettun jätevesikuormitusmittauksen perusteella määritetty jätevesimaksu on 3,20 €/m³. Lopullinen, noin vuoden välein tapahtuva veloitus muodostuu vastaanotetun veden määrästä kuutiometreinä kerrottuna jätevesimaksulla kuutiometriä kohden.

TAULUKKO 1. Leipomon vedenkulutus kuutiometreinä (Toivonen 2016)

Lukuaika	Lukuväli (d)	Kulutus (m ³)	Kulutus (m ³ /d)	Hinta (€)
10/2011	357	7195	20,2	23024,0
09/2012	343	6512	19,0	20838,4
09/2013	364	7394	20,3	23660,8
10/2014	387	7562	19,5	24198,4
10/2015	368	6851	18,6	21923,2
10/2016	359	6827	19,0	21846,4

Taulukossa 2 esitetyt jäteveden ominaisuudet ovat vasemmalta oikealle lueteltuna biologinen hapen kulutus (BOD_{7ATU}), kiintoaineet (SS), kokonaisfosfori (P_{kok}) ja kokonaistyppe (N_{kok}). Verrattuna vedenpuhdistuslaitoksen vastaanottaman jäteveden keskimääräisiin ominaisuuksiin leipomolta saapuva jätevesi on monessa suhteessa likaisempaa. Viimeisin

tieto on kuitenkin vuoden 2009 lopulta, joten uusi mittaus voisi olla paikallaan ajankohtaisemman kuormituksen sekä päivitetyn jätevesimaksun aikaansaamiseksi. Jäteveden aiheuttamaa kuormitusta pienennetään ennen sen viemäriin laskemista rasvanerotuskaivolla.

TAULUKKO 2. Leipomon jäteveden ominaisuuksia sekä Lahti Aquan vastaanottaman jäteveden ominaisuuksien keskiarvot (Toivonen 2016)

	BOD _{7ATU} (mg/l)	SS (mg/l)	P _{kok} (mg/l)	N _{kok} (mg/l)
2005	2950,00	980,00	36,80	112,50
2006	2000,00	387,50	42,00	42,00
2009	1450,00	412,50	40,80	41,50
Puhdistamon keskiarvo	350,00	280,00	8,40	49,00

Tuotantolaitoksen kirjanpitojärjestelmän mukaan raaka-ainevettä käytettiin vuoden 2016 aikana noin 1600 tonnia eli noin 1600 m³. Lahti Aquan antaman tiedon mukaan laitoksen vedenkulutus lokakuiden 2015 – 2016 välillä puolestaan oli noin 6800 m³ (Toivonen 2016). Luvut osoittavat raaka-aineveden osuuden kaikesta laitokselle pumpatusta vedestä olevan noin 23,5 %, joka puolestaan ilmaisee 76,5 % osuuden päätyvän jätevedeksi. Prosenttiosuuksia ja tilavuuksia vertaamalla nähdään mainitusta 6800 m³ kulutuksesta jätevedeksi päätyvän noin 5200 m³. Koska tuotantolaitokselta poistuvan veden määrää ei erikseen mitata, tulisi raaka-aineeksi kuluvan veden määrä ottaa huomioon leipomon todellista jätevesikuormitusta laskettaessa.

3 MÄÄRITELMIÄ

3.1 Materiaalitehokkuus

Eri toimijoilla on materiaalitehokkuudelle erilaisia määritelmiä, jotka kuitenkin liikkuvat samantyyppisten ajatusten ympärillä. Esimerkiksi Motivan määritelmän mukaan se on tuotteiden ja palveluiden tarjoamista samalla pienentäen niiden haitallisia vaikutuksia sekä niihin syötetyn materiaalin määrää (Motiva Oy 2016a).

Materiaalitehokkuus tarkoittaa mahdollisimman tehokasta ja kattavaa materiaalien käyttöä. Sen parantamisella on suora yhteys kustannuksiin, kilpailukykyyn sekä yhteiskuntavastuun toteuttamiseen, jonka vuoksi yritysten kannattaakin pyrkiä siihen. Yritysympäristössä materiaali-tehokkuuden parantamisella tarkoitetaan toimia, joilla pyritään vähentämään luonnonvarojen kulutusta samalla huolehtien tuotteen tai palvelun laadun säilymisestä. Näihin toimiin lukeutuvat myös pyrkimykset ottaa tuotteista kaikki hyöty irti niiden käyttöiän aikana, täten välttämällä valmistukseen, jakeluun ja jätehuoltoon käytetyn luonnonvara- ja energiapanoksen hukkaamista (SYKLI 2017).

Käytännössä materiaalitehokkuutta voidaan edistää esimerkiksi hankkimalla vain tarvittava määrä raaka-ainetta tai hyödyntämällä syntynyttä ylijäämää tai sivuvirtaa mahdollisimman lähellä sen syntypaikkaa – tuotantoprosessissa tai yrityksen muissa toiminnoissa. Näin vältetään ylijäämätuotannon muodostuminen. Eräs tapa edistää materiaalitehokkuutta on tuotteen ja tuotantoprosessin kehittäminen tavoitteena mahdollisimman pieni määrä käytettyä materiaalia tuoteyksikköä kohden. Materiaalia säästävien toimenpiteiden eräänä merkittävänä vaikutuksena on luonnollisesti myös matalammat kustannukset, jotka puolestaan johtavat yritysmaailmassa kilpailulliseen etuun. Kilpailullisia etuja voidaan saavuttaa myös materiaalitehokkuuden kehittämisen mahdollistaman paremman, potentiaalisesti uutta asiakaskuntaa houkuttelevan julkisen imagon myötä.

3.2 Energiatehokkuus

Kuten materiaalitehokkuudella, on energiatehokkuudellakin toisistaan hieman poikkeavia, mutta samojen konseptien ympärillä liikkuvia määritelmiä. Energiatehokkuus tarkoittaa tuotteen tai palvelun tuottamista mahdollisimman pienellä energiankäytöllä. Kuten materiaali-tehokkuudenkin tapauksessa, myös energiatehokkuuden kehittämisellä on suora, yrityksen kannalta positiivinen vaikutus kustannuksiin, kilpailukykyyn sekä yhteiskuntavastuun toteuttamiseen. Energiaa on tärkeää säästää myös muista syistä, kuten sen saatavuuden turvaamiseksi, tuontienenergiatarpeen vähentämiseksi sekä ympäristön ja ilmanlaadun suojelemiseksi. Kaikki edellä mainitut syyt vaikuttavat myönteisesti myös energiatehokkuuttaan edistävän yrityksen maineeseen, mahdollistaen uuden asiakaskunnan huomion kiinnittämisen. Energian säästö edistää myös uusiutuvan energian osuuden kasvattamista yhteiskunnallisella tasolla. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto, vapaaehtoisten energiatehokkuussopimusten kattavuus ja energiakatselmusten järjestelmällinen toteuttaminen ovat hyviä esimerkkejä tuloksellisesta energiansäästöstä Suomessa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017).

Käytännön tapoja energiatehokkuuden parantamiseksi ovat esimerkiksi tuotantoprosessien kehittäminen vähemmän energiaa kuluttaviksi ja turhan energiankulutuksen poistamiseksi, energiasivuvirtojen käyttöön valjastaminen, talteenotto ja paikallinen hyödyntäminen sekä energiaomavaraisuuden parantaminen uusiutuvien energialähteiden avulla. Ensiaskel yrityksen energiatehokkuuden kehittämiseksi voisi olla esimerkiksi Motivan mallin mukainen energiakatselmus ja energiatehokkuussopimus (Motiva Oy 2017), joiden yhteydessä tarjotaan taloudellista tukea energiatehokkuutta edistävien toimenpiteiden toteutukseen.

4 MATERIAALI- JA ENERGIA TEHO KUUS SINUHELLA

4.1 Materiaalitehokkuus

Lahden leipomossa pyritään materiaalitehokkuuteen jo taloudellisistakin syistä. Sen seurantaan soveltuvia työkaluja voidaan muodostaa esimerkiksi vertaamalla kulutettujen resurssien määrää leivottuun tuotemäärään. Erittelemällä eri resurssityyppejä tuotetyyppikohtaisesti voidaan tuottaa erikoistuneita mittareita. Yksinkertaisin ja suoraviivaisin mittari voidaan kuitenkin koostaa kokonaistuotannosta, leivontaan käytetyistä raaka-aineista, sen yhteydessä poltetusta kaasusta ja käytetystä sähköstä esimerkiksi vuositasolla.

Vuonna 2015 kokonaistuotanto oli 3 520 000 kg, leivontaan käytettyjen raaka-aineiden määrä 2 930 000 kg, raaka-aineveden määrä 1 600 000 kg, kaiken leipomossa kulutetun veden määrä 6 800 000 kg, käytetyn kaasuenergian määrä 4300 MWh ja käytetyn sähköenergian määrä 2580 MWh. Raaka-aineveden ja muiden raaka-aineiden massa yhteensä on noin 4 530 000 kg. Näillä arvoilla voidaan laskea leipomon vuoden 2015 tehokkuus kaavojen (1) – (4) avulla.

$$(1) \quad \eta_{\text{massa}} = \frac{m_{\text{tuotanto}}}{m_{\text{raaka-aine}}} = \frac{3\,520\,000 \text{ kg}}{2\,930\,000 \text{ kg}} = 1,20136 \dots \approx 120 \%$$

$$(2) \quad \eta_{\text{kaasu}} = \frac{E_{\text{kaasu}}}{m_{\text{tuotanto}}} = \frac{4300 \text{ MWh}}{3\,520\,000 \text{ kg}} = 0,0012215 \dots \frac{\text{MWh}}{\text{kg}} \approx 1,22 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

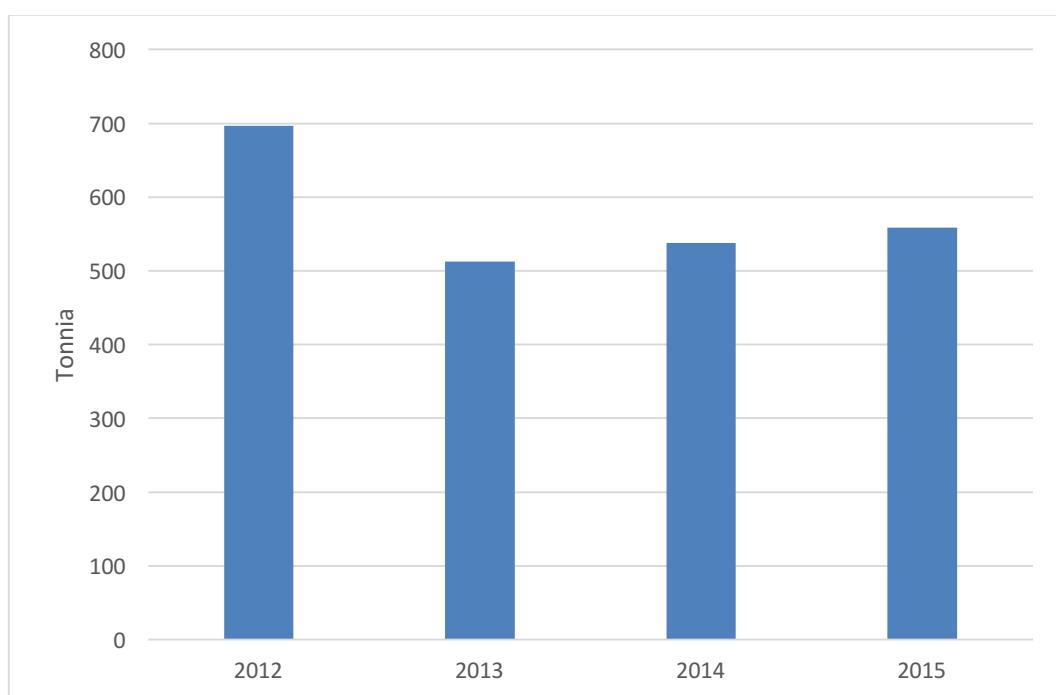
$$(3) \quad \eta_{\text{sähkö}} = \frac{E_{\text{sähkö}}}{m_{\text{tuotanto}}} = \frac{2580 \text{ MWh}}{3\,520\,000 \text{ kg}} = 0,00073295 \dots \frac{\text{MWh}}{\text{kg}} \approx 0,73 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

$$(4) \quad \eta_{\text{vesi}} = \frac{m_{\text{vesi}}}{m_{\text{tuotanto}}} = \frac{6\,800\,000 \text{ kg}_{\text{vesi}}}{3\,520\,000 \text{ kg}} = 1,93181 \dots \frac{\text{kg}_{\text{vesi}}}{\text{kg}} \approx 1,93 \frac{\text{kg}_{\text{vesi}}}{\text{kg}}$$

Kaavassa (1) on käytetty nimittäjänä raaka-aineiden kokonaismassaa raaka-aineveden massa pois lukien. Saatua tulos kertoo leivontaprosessin aikana raaka-ainevedestä tuotteeseen kerääntyneestä massasta.

Kuviossa 9 on esitetty tonneina kaavan avulla laskettu hyötysuhde neljän vuoden ajalta. Kaavojen (2) ja (3) antamat hyötysuhteet kaasun- ja

sähkönkulutuksen suhteen kertovat yhden tuotekilogramman vaatineen vuonna 2015 1,22 kWh kaasu- ja 0,73 kWh sähköenergiaa. Kaavalla (4) laskettu arvo puolestaan kertoo yhden tuotekilogramman vaativan tuotannon aikana kaiken kaikkiaan noin 1,93 kg eli hieman alle kaksi litraa vettä. Tarkastelussa on huomioitu kaikki leipomossa käytetty vesi, jota ei kuluisi, jollei leipomoa olisi ollenkaan. Käytetty vesi sisältää niin itse leivontaan kuluneen raaka-aineveden kuin käyttöveden piiriin lukeutuvat pesuveden, hygieniatiloissa käytetyn veden sekä muun henkilökunnan käyttämän veden.



KUVIO 9. Leivontaprosesseissa kartutettu massa; lopulliseen tuotantoon sitoutuneen veden massa tonneina

Kaavalla (5) laskettu hyötysuhde ilmaisee prosesseissa vuonna 2015 käytettyjen raaka-ainemateriaalien (mukaan lukien raaka-ainevesi) massasta noin 78 % sisältyvän lopullisiin tuotteisiin. Vastaavasti noin 22 % siitä muodostaa sivuvirran, joka koostuu biojakeesta ja leivontaprosessin aikana taikinoista haihtuvasta ja muuten hukatusta vedestä. Luvussa 2.2 mainittiin biojakeen tuotannon vastaavan noin 4,0 % kokonaistuotannosta

eli on noin 150 tonnia vuodessa. Täten mainitusta 22 % voidaan kaavan (6) avulla laskea noin 1,0 % koostuvan biojakeesta.

$$(5) \quad \eta_{\text{massa+vesi}} = \frac{m_{\text{tuotanto}}}{m_{\text{raaka-aine+vesi}}} = \frac{3\,520\,000\text{ kg}}{4\,530\,000\text{ kg}} = 0,77704 \dots \approx 78 \%$$

$$(6) \quad \frac{0,04}{0,78} = \frac{x}{0,22} \leftrightarrow x = \frac{0,04 \cdot 0,22}{0,78} = 0,011281 \dots \approx 1,0 \%$$

Siispä sivuvirran massasta noin 21 % on prosesseissa höyrystynyttä tai muuten hukattua vettä. Kaavalla (7) prosenttiosuuden voidaan laskea vastaavan noin 960 tonnia. Vähentämällä hukatun veden määrä kulutetun raaka-aineveden määrästä (noin 1600 tonnia) vuoden 2015 kokonais-tuotantoon sitoutuneen veden massaksi saadaan noin 640 tonnia. Kaavoilla tehdyissä laskelmissa on niitä helpottavien pyöristysten vuoksi jokseenkin suuri virhemarginaali. Kuitenkin vertaamalla laskettua arvoa kuvion 9 vuoden 2015 arvoon 560 tonnia, huomataan kummassakin mittarissa liikuttavan samassa suuruusluokassa. Leivontaprosessien vedenkulutuksen tehokkuus on osa-alue jota ei helposti huomioida, mutta jonka kehittämisestä voisi haihtuvan veden massan valossa koitua hyötyjä.

$$(7) \quad \frac{21}{22} ((\text{Raaka} - \text{ainevesi} + \text{Muut raaka} - \text{aineet}) - \text{Tuotanto}) \\ = \frac{21}{22} ((1600\text{ t} + 2930\text{ t}) - 3520\text{ t}) = 964,0909 \dots \text{ t} \approx 960\text{ t}$$

Esitellyn kaltaisia tuotannon tehokkuutta kuvaavia mittareita voidaan muodostaa tuotekategoriakohtaisesti, mikäli tunnetaan ominaisuuksia, kuten tuotettu massa ja kyseisen kategorian tuotannon aikana mitatut kulutetut kaasu- ja sähkömäärät. Vastaavasti mittareita voidaan muodostaa lyhyemmän aikajänteen, esimerkiksi kuukauden tai viikon tuotannon ja kulutusten perusteella. Näin voidaan saada tarkempaa tietoa esimerkiksi eri vuodenaikojen aikana tapahtuvista mahdollisista vaihteluista tuotannon materiaalihyötysuhteessa.

Materiaalitehokkuudesta tarkemman kuvan saamiseksi voitaisiin käyttää MFCA-mallin (Material Flow Cost Accounting) mukaista materiaali-katselmusta. Saksassa alkunsa ja Japanissa suositaan kasvattanut tarkastelumenetelmä saavutti vuonna 2011 ISO 14051 -standardin

aseman. MFCA-mallin mukaisessa tarkastelussa huomioidaan käytetyt raaka-aineet, energia sekä työkustannukset. Katselmustoimintaa harjoittavat yritykset tarjoavat tarjoaa mallin mukaisia materiaali-katselmuksia, joihin voidaan vastaanottaa 40 % taloudellinen avustus, mikäli ne tehdään yhteistyössä Motivan kanssa.

4.2 Sivuvirtojen supistaminen

Joitain biojakeen ja siitä aiheutuvien kustannuksien pienentämiseen tähtääviä toimenpiteitä tuotantolaitoksella on jo tehty. Ylijäämätuotanto pyritään myymään tehtaanmyymälässä tavallista matalammalla hinnalla, myyntikelvoton tuotanto saattamaan hyötykäyttöön eläinruoan muodossa ja leivonnassa käytetty taikina käyttämään mahdollisimman tarkkaan. Tehokas keino biojakeen tuoton ja täten siitä koituvien kustannusten minimointiin olisi sen synnyn ehkäisy jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotantoprosessia, toisin sanoen pyrkiminen ylimääräisen tuotannon minimointiin. Kustannuksia voidaan kompensoida myymällä ylijäämätuotantoa alennetuin hinnoin, mutta valmiiksi saatu tuote on jo aiheuttanut kustannuksia ja kuluttanut resursseja. Oleellista on vertailla vaihtoehtojen soveltuvuutta ja käytännön ratkaisuja tehden mahdollisen kehityspäätöksen vakaalta tietopohjalta.

Energiajakeen tuottoa voidaan pienentää valitsemalla tuotannossa käytettäviä raaka-aineita myös niiden toimittajan käyttämien pakkausmateriaalien ja niiden määrän perusteella. Myös leipomon työntekijöiden orientoiminen oikeanlaiseen lajitteluun ja sivuvirtojen tuoton huomioimiseen kaikessa toiminnassa nostaa kierrätysprosenttia, ohjaa materiaalivirtoja oikeisiin jakeisiin ja pienentää kuluja.

4.3 Sivuvirtojen hyödyntäminen

Työn kirjoituksen hetkellä potentiaalista biojakea pyritään hyödyntämään viimeiseen asti tuotantoprosesseissa, täten pienentäen tuotetun biojakeen määrää sekä luonnollisesti sen aiheuttamia kustannuksia. Leipomossa hyödyntämättömien sivuvirtojen minimointi ja niiden käyttöön

valjastaminen kulkevatkin tiettyyn pisteeseen asti rinnakkain. Leipomosta poistuvat sivuvirrat käsitellään PHJ Oy:n toimesta Kujalassa asianmukaisin tavoin, joka itsessään olisikin jo esimerkiksi yrityksen verkkosivuilla mainitsemisen arvoinen asia.

Eräs leipomolla jo aiemmin harkittu vaihtoehto biojakeen hyödyntämiseksi on kuljettaa se Hartwall Lahden yhteyteen vuonna 2009 perustettuun St1 Oy:n Etanolix-valmistuslaitokseen, jossa siitä valmistettaisiin 85-prosenttista bioetanolia jatkojalostusta varten ja edelleen liikenne-polttoaineissa käytettäväksi (St1 2009). Vaihtoehto on kuitenkin tyrmätty taloudellisista ja logistisista syistä; leipomolle tulee edullisemmaksi toimittaa biojake Kujalan jätekeskukseen Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n ja LABIO Oy:n käsiteltäväksi, minkä lisäksi etanolijalostamo ei pystyisikään ottamaan vastaan enempää biomassaa kuin se jo tekee. Kujalassa biojakeesta tuotetaan biokaasua, joka puolestaan myydään eteenpäin liikenteen polttoaineeksi ja muihin kohteisiin (Gasum 2015).

Mikäli Lahden leipomolle rakennettaisiin oma biokaasutuslaitos, sen tuomia hyötyjä punnittaessa voidaan huomioda kustannukset ja hyödyt, jotka työn kirjoitushetkellä biojakeen kaasuksi muuntamisesta vastaava LABIO Oy:n biokaasutuslaitos aiheuttaa. Laitoksen käsittelykapasiteetti on noin 80 000 tonnia vuodessa, ja valmista biokaasua tuotetaan 50 GWh vuodessa noin 95 % hyötysuhteella. Mikäli tuotantolaitoksen oletetaan toimivan koko vuoden keskimäärin 80 % kapasiteetilla, voidaan kaavalla (8) laskea yhdestä biojaetonnistä tuotetun biokaasun määrä. (LABIO Oy 2017.)

$$(8) \quad 0,8 * 80\,000 \, t * x = 50 \, GWh$$

$$x = \frac{50 \, GWh}{0,8 * 80\,000 \, t} = 0,00078125 \frac{GWh}{t} \approx 780 \frac{kWh}{t}$$

Mikäli Sinuhen Lahden leipomossa tuotetaan biojakea keskimäärin noin 153 000 kg vuodessa, voidaan kaavan (9) avulla laskea LABIO Oy:n siitä tuottama biokaasumäärä suuntaa antavalla tarkkuudella.

$$(9) \quad E_b = 153 \, t * 780 \frac{kWh}{t} = 119\,340 \, kWh \approx 119 \, MWh$$

Mikäli LABIO Oy:n biokaasutuslaitos ei toimi matalammalla kuin 80 % vuositason kapasiteetilla tai leipomolle rakennettava laitos ei kykene korkeampaan kuin 95 % hyötysuhteeseen, kattaisi sillä tuotettu kaasu vain murto-osan leipomon nykyisestä 4300 MWh tarpeesta. Yrityksen maineen ja pidemmän aikajänteen säästöjen myötä leipomon yhteyteen rakennettava biokaasutuslaitos voisi kuitenkin olla kannattava investointi. Kertomalla esimerkiksi leipäpussin kyljessä tai verkkosivuillaan leipomon käyttävän tuottamaansa biojätettä omien prosessiensa ylläpitämiseen voidaan kuluttajaa motivoida paikallisen, kiertotalouteen pyrkivän yrityksen tuotteiden ostamiseen ja sen toiminnan tukemiseen.

4.4 Sähkönkulutuksen pienentäminen

Luvussa 2.3 kerrottiin vuoden 2015 sähkönkulutuksen ja viime vuosien sähkönkulutuksen keskiarvon olevan 2580 MWh, ja tuntikohtaisen kulutuksen vaihtelevan 88 ja 580 kWh välillä. Vuoden 2016 keskiarvo tuntikulutukselle on noin 290 kWh. Merkittävä osa tästä – kuten minkä tahansa toimitilan sähkönkulutuksesta – aiheutuu valaistuksesta. Niin leipomo- kuin toimistorakennuksessakin vähällä tai harvalla käytöllä olevissa tiloissa on valot päällä lähes jatkuvasti, myös päiväsaikaan. Näihin tiloihin lukeutuvat ainakin varastot, kylmä- ja pakkastilat, saniteettitilat, tekniset tilat, pukuhuoneet ja porraskäytävät sekä osa toimistotiloista. Yksinkertainen mutta tehokas tapa vähentää kulutetun sähkön määrää on asennuttaa kyseisiin tiloihin automaattiset, liikkeeseen tai esimerkiksi oven avaamiseen reagoivat valokytkimet.

Ulkovalojen yhteydessä on työn kirjoitushetkellä käytössä hämäräkytkimet, jotka voitaisiin korvata liiketunnistimilla vähintään piha-alueen syrjäisemmissä sijainneissa. Muutoin ulkovalaisimet tuntuvat olevan pitkälti paikoissa, joissa niitä tarvitaan. Toinen, mahdollisesti edullisempi sekä energiatehokkaampi, joskin toteutukseltaan haasteellisempi vaihtoehto on kouluttaa jokainen työntekijä sammuttamaan valot aina lähtiessään tilasta viimeisenä. On kuitenkin mahdollista, jopa todennäköistä, ettei tavoitetta kuitenkaan saavutettaisi koulutuksen

määrästä tai laadusta riippumatta. Käytännössä toteutuskelpoisempi vaihtoehto olisikin todennäköisesti liiketunnistimet niiden käytön helppouden ja valvontaa tarvitsemattoman toiminnan ansiosta. On kuitenkin hyvä muistaa, että valo kannattaa joka tapauksessa sammuttaa tilasta kuin tilasta aina, kun se on käyttämättä yli 10 minuuttia (Pääkaupunkiseudun Kierrätyskeskus Oy 2016, 4). Lisäksi kaikki lamput niin tuotantotiloista, kahviosta kuin toimistotiloistakin on kannattavaa vaihtaa LED-lamppuihin niiden eliniän tultua päätökseen. Leipomon siirtyminen LED-valaistukseen onkin jo alkanut ja etenee sitä mukaa kun lamppuja tarvitsee vaihtaa. LED-lamput ovat energiatehokkaampia ja pitkäikäisempiä sytytyskertojen määrästä riippumatta, minkä lisäksi ne syttyvät ja sammuvat välittömästi, soveltuen mainiosti liiketunnistimien kanssa käytettäväksi.

Tiloissa, joissa vielä toistaiseksi käytetään loisteputkivalaistusta, voi tiheämpi sytyttely aiheuttaa loisteputkien elinkaaren pikaisempaa päätökseen tuleamista, putkien sytytysmekanismista riippuen. Vanhojen putkien tullessa elinkaarensa päätökseen voidaan ne korvata LED-valoputkillla, joista voidaan saada yli 50 % säästö sähkönkulutuksessa yleisesti käytettyyn T8-loisteputkitekniikkaan verrattuna (Siikanen, Hiltunen, Kauppinen, Kivi, Möttönen, Nissinen, Kaarre, Teppola & Juuti 2012, 140). Lisäksi ne soveltuvat T8-loisteputkia paremmin erityisesti kylmätilojen valaisuun matalissa lämpötiloissa nousevan sisäisen hyötysuhteensa ansiosta. Tällöin modernimpien valoputkien matalampi lämmöntuotto kertyy säästöiksi myös kylmätilan jäähdytykseen tarvittun energiamäärän vähentymisenä. Lisäksi säästöä saadaan asennus- ja huoltokuluista LED-valoputkien käyttöiän ollessa tyypillisesti 3 – 5 -kertainen perinteisiin loisteputkiin verrattuna.

4.5 Ylijäämälämpö

Hyödyntämättä jääneen lämmön määrää voitaisiin pienentää esimerkiksi uunien, kylmätilojen ja leipomorakennuksen yleistä tiiviyttyä parantamalla. Uuneista karkaavan lämmön määrän pienentämisen ohella uunien

eristysten parantaminen voisi olla tapa säästää uunien kuumentamiseen käytettyä kaasua, vähentäen laitoksen kokonaishiilijalanjälkeä sekä nostaen paistamisessa saavutettua hyötysuhdetta. Myös osa kylmätiloista vuotaa ilmaa ainakin ovien tiivisteistä ja mahdollisesti muualtakin.

Esimerkiksi lähtevän tavaran kylmiöstä lähes tuulee ulos kylmää ilmaa modernisoidun liukuoven ollessa suljettuna, kun taas saapuvan tavaran kylmävarasto vanhoine ovineen ei ainakaan tiivisteistään pääse vuotamaan käsittämättömällä huomattavilla määriä. Lähtevän tavaran kylmiön oven tuntumaan on yrityksen toimialajohtajan mukaan suunnitelmissa rakentaa väliseinä, joka korjaa tilanteen.

Tuotannon ylijäämälämpöä voitaisiin hyödyntää pelkän leipomohallin ja siihen liittyvien tilojen lämmityksen lisäksi myös tilojen ja käyttöveden lämmityksessä esimerkiksi kahviossa, taukutiloissa sekä toimistossa. Ratkaisu voisi mahdollistaa jonkinasteisen säästön toimiston kauko-
lämpökuluissa sekä veden lämmitykseen tarvittavassa energiassa.

Kuten luvun 2.3 alussa todettiin, leipomolla kulutettiin maakaasua vuoden 2015 aikana noin 430 000 m³. Maakaasun lämpöarvo puolestaan on luokkaa 35 MJ/m³ (World Nuclear Association 2016). Näiden arvojen avulla voidaan laskea kaasusta vuoden 2015 aikana vapautuneen lämmön energiasisältö kaavan (10) mukaisesti. Leipomossa käytetään Oilon Oy:n polttimia, joista tehokkaammissa polttimissa on parhaimmillaan 90 % hyötysuhde (Oilon Industry 2015, 5). Laskun realistisuuden parantamiseksi oletetaan uuneissa käytettyjen kaasupolttimien lopulliseksi hyötysuhteeksi noin 80 %.

$$(10) \ E_k = V * H * 0,80 = 430\,000 \frac{m^3}{a} * 35 \frac{MJ}{m^3} * 0,80 = \\ 12\,040\,000 \frac{MJ}{a} = 3\,344\,444 \frac{kWh}{a} \approx 3300 \frac{MWh}{a}$$

Oletetaan kaavalla (10) määritetystä, polttimesta uuniin kulkevasta lämpöenergiasta arviolta 20 % sitoutuvan paistettavaan tuotteeseen, 10 % uunin rakenteisiin ja noin 70 % laskettavan poistoilmapiippua myöten uunista ulos ja ulkoilmaan. Tuloksia tarkasteltaessa tulee muistaa, että kyseessä on vain oletus; tarkkaa tietoa lämmön siirtymisestä uunin sisällä,

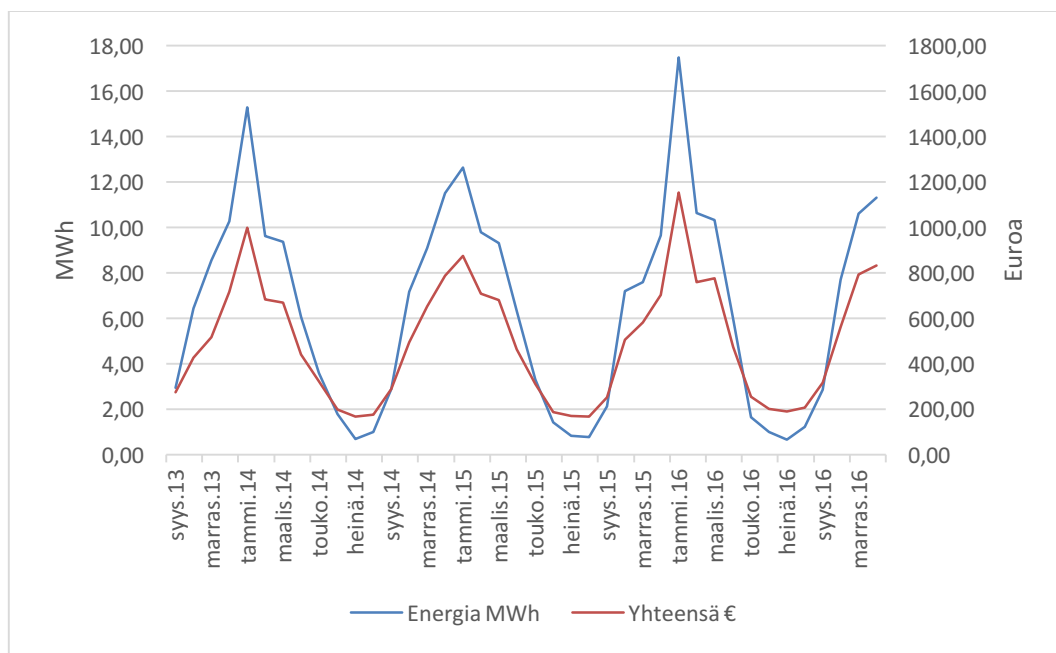
sen rakenteisiin ja siitä ulos ei ole saatavilla. Näillä perusteilla hyödyntämätöntä ylijäämälämpöä kuitenkin kulkee poistoilmapiipussa noin kaavan (11) avulla laskettu määrä.

$$(11) E_p = E_k * 0,70 = 12\,040\,000 \frac{MJ}{a} * 0,70 = 8\,428\,000 \frac{MJ}{a} = \\ 2\,341\,111 \frac{kWh}{a} \approx 2\,300 \frac{MWh}{a}$$

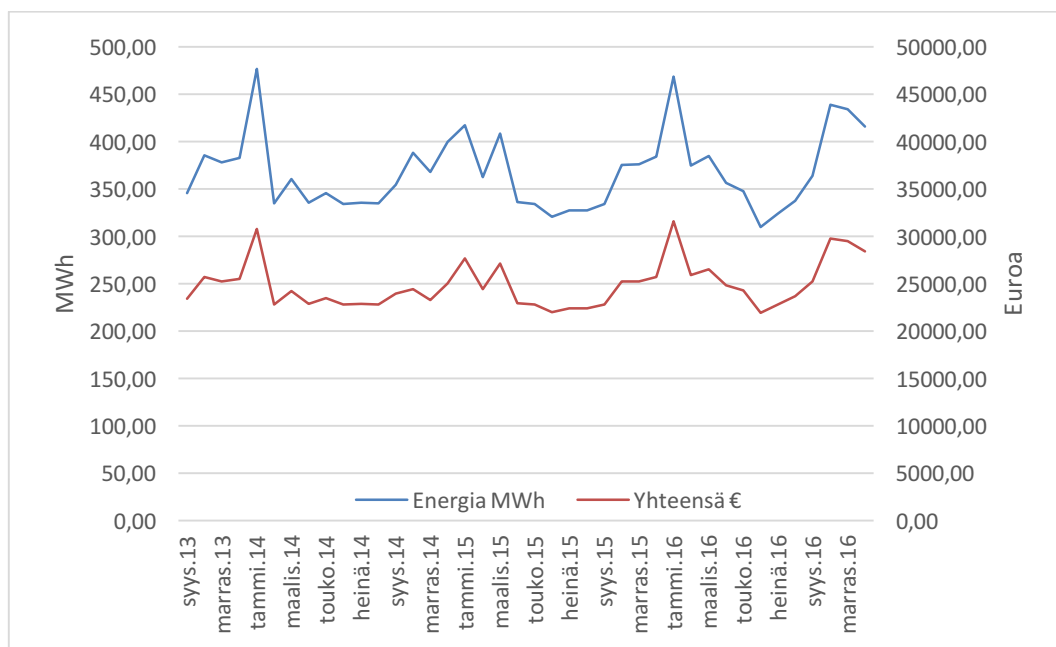
Leipomorakennuksen vieressä sijaitsevassa yrityksen konttorikiinteistössä kulutetaan vuosittain 70 – 100 MWh energiaa kaukolämmön muodossa. Asentamalla keskiverrollakin hyötysuhteella toimiva lämmön talteenotto- ja siirtojärjestelmä leipomon poistoilmapiippuun tai sen ja uunien välille, voitaisiin kyetä kattamaan konttorirakennuksessa kulutettu kaukolämpöenergia ja näin potentiaalisesti kokonaan irtaantumaan kaukolämpöverkosta. Jo suunnitteilla oleva kondensaatiotalteenottojärjestelmä tai sen laajentaminen muihinkin poistoilma- tai höyrypiippuihin voisi olla tehokas, vähintään osittainen ratkaisu tuon hukkalämmön talteenottoon. Myös kylmiöissä ja pakkastiloissa käytössä olevien sähkötoimisten kylmälaitteiden synnyttämä ylijäämälämpö voisi olla riittävää toimistorakennuksen lämmitykseen. Liittämällä kylmätilojen lämpötilaa ylläpitäviin lämmönvaihtimiin erillinen lämmön talteenotto- ja siirtojärjestelmä, voitaisiin niiden tuottama lämpö saada talteen ja hyödyntää.

Kuten kuviosta 10 voidaan havaita, toimiston kaukolämmön kulutuspiikki sijoittuu tammikuulle, jolloin toimistorakennuksessa kulutetaan keskimäärin 15,1 MWh kaukolämpöenergiaa. Matalin kulutus puolestaan sijoittuu heinäkuuhun, jolloin kulutetaan keskimäärin 0,70 MWh kaukolämpöä. Tammi- ja heinäkuun kulutukset maakaasun kohdalla puolestaan ovat 450 ja 330 MWh. Minimikulutus kuitenkin osuu kesäkuulle, jolloin maakaasun kulutus on noin 320 MWh. Kuvioita 10 ja 11 vertaamalla voidaan havaita toimistorakennuksen kaukolämmön kulutuksen olevan vain murto-osa leipomorakennuksen kaasunkulutuksesta, samalla myötäillen sitä erityisesti kylmempinä kausina, kulutuspiikkien ollessa korkeimmillaan. Mikäli kaasunkulutuksen nousu talvisaikaan johtuu tarpeesta lämmittää leipomorakennusta erikseen kaasua polttamalla, voisi olla hyödyllistä

tarkastella vaihtoehtoja lämmön talteenoton kehittämiseksi. Kattavalla järjestelmällä voitaisiin kerätä lämpöä uunien poistoilmasta ja käyttää sitä suoraan tuotantotilojen lämmitykseen, samalla minimoiden erikseen lämmitystarkoituksessa poltetun kaasun määrä ja tasoittaen kaasunkulutuspiikkejä. Tässäkin yhteydessä myös toimistorakennuksen lämmittäminen voisi kaasunpoltosta syntyneen ylijäämälämmön avulla olla mahdollista, mikäli käytössä olisi kyllin tehokas talteenottojärjestelmä.



KUVIO 10. Kaukolämmön kulutuksen kuukausivaihtelu
konttorirakennuksessa syyskuu 2013 – joulukuu 2016



KUVIO 11. Maakaasun kulutuksen kuukausivaihtelu
leipomorakennuksessa syyskuu 2013 – joulukuu 2016

5 VAIHTOEHTOISIA ENERGiantuotantomenetelmiä

5.1 Aurinkoenergia

Laskelmat pohjautuvat PvGIS-verkkosovellukseen, Euroopan komission tietoihin säteilytehosta ja aurinkoenergiapotentiaalista (Huld & Pinedo-Pascua 2012) sekä aurinkosähkön kannattavuuslaskuriin (Juntunen, Jalas & Auvinen 2015). Kannattavuuslaskurissa on käytetty siinä valmiiksi olevaa pohjaa, muiden mainittujen lähteiden tietoja sekä leipomon kulutus-tietoja. Leipomorakennuksen ja kahvion yhteinen kattopinta-ala on 3675 m^2 , josta potentiaalista aurinkopaneelien asennustilaa on 1847 m^2 . Pinta-alalla tuotettu aurinkosähkön vuotuinen kokonaismäärä olisi $278\,798 \text{ kWh}$, jonka tuottamalla CO_2 -päästöt pienenisivät $61\,336 \text{ kg}$ vuodessa. (Sun Energia Oy 2017.) Jos pinta-alalle asennetaan esimerkiksi Areva Solar -yhtiön $25\,800$ euroa maksava $23,32 \text{ kWp}$ järjestelmä ja kiinteistön vuotuinen sähkönkulutus on 2580 MWh , on takaisinmaksuaika noin 15 vuotta sekä 30 vuoden käyttöiällä saavutettu taloudellinen hyöty noin $18\,500$ euroa (Juntunen ym. 2015).

Toimistorakennuksen kattopinta-ala puolestaan on 336 m^2 , josta potentiaalista aurinkopaneelien asennustilaa on 226 m^2 . Tuolla pinta-alalla tuotettu aurinkosähkön vuotuinen kokonaismäärä olisi $35\,474 \text{ kWh}$, jonka tuottamalla CO_2 -päästöt vähenisivät 7804 kg vuodessa. (Sun Energia Oy 2017.) Jos pinta-alalle asennetaan esimerkiksi Areva Solar -yhtiön $13\,000$ euroa maksava $11,66 \text{ kWp}$ järjestelmä ja kiinteistön vuotuinen sähkönkulutus vuoden 2015 tiedon perusteella on noin $37\,600 \text{ kWh}$, on takaisinmaksuaika 16 vuotta, sekä 30 vuoden käyttöiällä kokonaistuotto noin 9000 euroa (Juntunen ym. 2015).

Yrityksen ei siis kannata investoida aurinkopaneelistoihin, jotka kattavat sähkönkulutuspiikit lähes kokonaan ja viettävät suurimman osan vuodesta käyttämättä, potentiaalinsa hukaten. On suositeltavaa tutustua aiheeseen tarkemmin ja mainittua matalatehoisemman, edullisemman ja sähkönkulutuksen piikkejä tasoittavan järjestelmän hankintaa harkiten. Joka tapauksessa paneeliston asentaminen antaa mahdollisuuden paremman

imagon rakentamiseen, etenkin sähköntuotannon ohjautuessa tuotantoon tai kahvilaan, joista jälkimmäinen lienee kokonaisvaltaisesti kannattavin vaihtoehto erityisesti markkinointia ja yrityksen mainetta ajatellen. Mahdollista paneeliston hankintaa harkittaessa tulee ottaa huomioon Motiva Oy:n ympäristökatselmusten ja energiansäästösopimusten puitteissa tarjoama investointituki. Lisäksi maininta paikallisesti tuotetusta sähköenergiasta voi houkutella paikalle ympäristöasioista kiinnostunutta asiakaskuntaa, erityisesti Lahden ammattikorkeakoulun siirtäessä hiljalleen toimintaansa alueelle, aivan ensimmäisenä entisiin Isku Oy:n tiloihin lähes vastapäätä Vuoripojankadun kahvilaa.

5.2 Tuulivoima

Tuulivoima on yksi mahdollinen tapa tuottaa sähköenergiaa suuria määriä sitä kuluttavalle kohteelle. Luvussa käsitellään perspektiiviä antavia, eikä välttämättä sellaisenaan toteutuskelpoisia vaihtoehtoja. Ilmatieteen laitoksen (2016) Tuuliatlas-karttaliittymän mukaan Vuoripojankadun alueen vuotuinen keskimääräinen tuulennopeus 50 metrin korkeudella on 5,5 m/s ja samalla alueella 3 MW voimalan vuotuinen energiantuotanto 4280 MWh. Suhteutettuna Vuoripojankadun tuotantolaitoksen vuotuisen energiankulutukseen (noin 2580 MWh) mainitun kokoluokan voimalan tuotto ja fyysinen koko ovat kuitenkin sijaintiin nähden aivan liian suuria. Tehoonsa perustuen 1 MW voimalan tuotannon voidaan olettaa olevan kolmasosa 3 MW voimalan tuotannosta, 1430 MWh vuodessa. Pienemmän tuotannon ja kokonsa vuoksi se olisi huomattavasti sopivampi leipomon sähköenergiatarpeeseen nähden.

Optimiolosuhteissa, kuivalla maalla asennettuna 1 MW maksaa yhteensä noin 1 – 1,5 miljoonaa euroa (Suomen Tuulivoimayhdistys 2016a). Vuonna 2015 tuotantolaitoksen sähkökulut olivat noin 200 000 euroa ja 1 MW voimala tuottaisi noin 110 000 euroa arvoa vuosittain. Lisäksi tuulivoimalan vuotuisten käyttö- ja kunnossapitokustannusten arvioidaan olevan noin 2 – 3 % projektin alkuperäisistä investointikustannuksista (Suomen Tuulivoimayhdistys 2016b). Siispä investointi- sekä kunnossa-

pitokustannusten takaisinmaksuaika olisi noin 13,5 vuotta (1,5 milj. investointikustannuksella) ja voimalan elinikä 20 – 30 vuotta. Voimala siis ehtisi tuottaa taloudellista etua huomattavasti aurinkoenergiaa enemmän. Takaisinmaksuaika ja kustannukset ovat hyvinkin korkeat, joten leipomolle voisikin olla kannattavampaa osallistua jonkinlaiseen tuulipuisto-hankkeeseen yhteistyössä esimerkiksi muiden alan toimijoiden kanssa.

Tuulivoiman haasteet ovat pitkälti taloudellisia sekä kiinteästi voimalan sijoittumiseen liittyviä. Investointikustannukset ovat korkeat, vaikka Motiva Oy:n ympäristökatselmusten ja energiansäästösopimusten puitteissa myöntämät investointituet pehmentävätkin aiheutunutta taloudellista iskuja. Voimalan sijoittamiseen liittyviä haasteita ovat alueen epäedullinen topografia, ympäröivät rakennukset ja teollisuus sekä asuinrakennukset. Alue on niin täyteen rakennettu, että tuulivoimaloiden turvaetäisyyksien puitteissa sellaista voisi olla haastavaa rakentaa. Toki aiemmin ehdotettu 1 MW voimala on vain noin 50 – 70 metriä korkea, joka mahdollistaisi sen rakentamisen pienempään tilaan. Lisäksi tuulivoimalan aiheuttama mahdollinen välke ja meluhaitta saattaisivat häiritä alueen asutusta.

Haasteistaan huolimatta tuulivoiman paikalliseen tuotantoon pätee samat imagolliset edut kuin aurinkoenergiaankin. Monelle valveutuneelle kuluttajalle hyödykkeen tuotannossa käytetty energiantuotantomenetelmä voi olla ratkaiseva tai vähintäänkin ostopäätökseen rohkaiseva tekijä minkä tahansa tuotteen tai palvelun hankkimista harkittaessa. Myös lähialueen tulevan kehityksen huomiointi voi olla edullista tuotantolaitosta kehitettäessä. Leipomon läheisyydessä jo nyt aikaansa viettävien ympäristötekniikan opiskelijoiden silmissä tuore, läheltä saatavilla oleva, edullinen sekä paikallisesti tuotettu leipomotuote on varsin houkutteleva vaihtoehto. Mikäli tuotteen ominaisuuksiin lisättäisiin vielä sen valmistus ainakin osittain uusiutuvien energiantuotantomenetelmien tuella, nousisi sen vetovoima huomattavasti ainakin kyseessä olevan ryhmän keskuudessa.

6 JATKOTUTKIMUSAIHEITA

6.1 Biosivuvirta

Biojätettä syntyy leipomossa vuosittain noin 150 tonnia, joka vastaa noin 4,0 % kokonaistuotannosta. Jäte muodostaa sivuvirran, jota ei ainakaan toistaiseksi ole kyetty valjastamaan käyttöön paikallisesti. Sivuvirtaan sisältyy leipomon prosesseissa syntyvää, hyödyntämättä jäävää leipämurua ja leikkausjätettä. Olisiko näitä mahdollista hyödyntää leivontaprosessissa esimerkiksi korppujauhona, täten supistaen biosivuvirtaa?

Mikäli Lahden leipomon yhteyteen päätetään rakentaa oma biokaasutuslaitos, olisiko Lahden ammattikorkeakoulun mahdollista osallistua sen suunnitteluun? Ratkaisu vaatisi yhteistyötä kaikilta osapuolilta, mutta toisi mukanaan myös hyötyjä. Erityisen hyödyllinen ratkaisu olisi ainakin Lahden ammattikorkeakoulun ja sen opiskelijoiden kannalta, antaen suunnittelun aikana arvokasta kokemusta bioenergian parissa työskentelystä ja katsausta siihen liittyviin käytännön ratkaisuihin. Mahdollisesti myös biokaasutuslaitoksen toimittaja voisi hyötyä yhteistyöprojektista, säästyen osalta suunnittelutyöstä saaden kuitenkin sen taloudelliset hyödyt ja kouluttaen mahdollisia tulevaisuuden työntekijöitään. Yhteistyön puitteissa opiskelijat voisivat saada katsausta myös leipomoalaan ja siten näköalaa mahdollisiin kehityskohteisiin.

6.2 Ylijäämälämpö

Kuten luvussa 4.5 todettiin, leipomossa vuoden aikana syntyneen hukkalämmön määrä on arviolta 2300 MWh. Selvityksen valossa määrä riittäisi moneenkin tarkoitukseen, kyse on vain riittävän tehokkaan talteenoton hankkimisesta.

Energian hinnoissa ja teollisuuden prosesseissa tapahtuu jatkuvasti muutoksia ja tekniikka kehittyä, joten tilanne elää ja mahdollisesti aikaisemmin mahdottomiksi tai kannattamattomiksi todetut ratkaisut voivat huomenna olla toteutuskelpoisia ja kannattavia (Heikkilä & Kiuru 2014, 52)

Vaihtoehto ylijäämälämmön käytöstä toimistorakennuksen lämmittämiseen vaatii tarkempaa selvitystä erityisesti konkreettisten lämmönkeruu ja -siirtoratkaisujen osalta. Voisiko samalla keruujärjestelmällä talteen otettua ylijäämälämpöä käyttää esimerkiksi taikinankohotuslaatikon tai uunien sisäilman esilämmitykseen, pienentäen paistolämpötilan saavuttamiseen tarvittun kaasun määrää?

Lahden ammattikorkeakoulu siirtää toimintaansa hiljalleen lähes leipomon naapuritontille, Isku Oy:n entisiin tiloihin, tuoden alueelle huomattavan määrän uutta potentiaalista asiakaskuntaa. Mikäli yrityksessä päätettäisiin mukautua kasvuun laajentamalla leipomon yhteydessä toimivaa lounasravintolaa rakentamalla lisätiloja, voitaisiin lämmityksessä käyttää leipomon tuottamaa ylijäämälämpöä.

Mikäli ylijäämälämpöä saataisiin otettua talteen, sitä kenties voitaisiin myydä kaukolämpönä lähialueen yrityksille, mikäli lainsäädäntö sen sallii. Toki ratkaisu vaatisi jokseenkin suuria investointeja ainakin Sinuhen suunnalta, mutta myös lähialueen yrityksiltä. Motivaattorina muille alueen yrityksille voisi toimia tarjoutuva mahdollisuus irtaantua kaukolämpöverkosta jopa kokonaan. Oleellista olisi selvittää, kuinka suurista investoinneista ja takaisinmaksuajoista on kyse.

6.3 Maa- ja kalliolämpö

Maa- ja kalliolämmön mahdollisuuksia leipomon tontilla olisi hyvä tarkastella lähemmin. Tontilla olevan rajallisen tilan vuoksi asennettavan lämmönkeräimen tulisi olla pystysuorassa kallion sisällä. Kalliolämpö voisi osaltaan auttaa talvisten kaasunkulutuspiikkien tasaamisessa, pitäen leipomon lämpötilaa yllä ja täten poistaen tarpeen ylimääräisen kaasun poltolle. Voisiko yrityksen olla mahdollista varastoida tuottamaansa ylijäämälämpöä lämpimien kausien ajan sen alla olevaan kallioon, ja talvisaikaan lämmittää tiloja sillä?

6.4 Energiatehokkuussopimukset

Yritys pyrkii saavuttamaan jokaiselle investoinnilleen korkeintaan kolmen vuoden takaisinmaksuajan. Jos kriteeristä pidetään kiinni, voi moni uusiutuvan energian paikalliseen tuotantoon ja ylijäämälämmön hyödyntämiseen tähtäävä ratkaisu jäädä sellaisenaan huomioimatta. Tämän vuoksi Motiva Oy:n tarjoamat energiatehokkuussopimukset voisivat toimia motivaattorina yrityksen energiatehokkuuden ja -omavaraisuuden kehittämiseen. Energiasopimuksen allekirjoittava yritys sitoutuu vapaaehtoisesti energiatehokkuuden parantamistoimiin eri keinoin. Energiakatselmuksilla etsitään mahdollisuuksia energiatehokkuuden parantamistoimenpiteisiin, jotka viime kädessä voivat olla esimerkiksi ehdotuksia aurinkopaneeliston asentamiseksi. Suuryrityksille katselmukset ovat pakollisia 3 – 4 vuoden välein, pienille ja keskisuurille puolestaan ei, jonka vuoksi niille tarjotaankin porkkanana investointitukia. Sopimukset vaativat jaksottaista raportointia Motiva Oy:lle, joka auttaa yritystä pysymään tavoitteissaan ja saavuttamaan sopimuksen mukaisen säästön. Vuoden 2017 alusta energiatehokkuussopimusten suhteen on alkanut uusi kahdeksan vuoden mittainen kausi, joten Sinuhe Ky:n voisi olla kannattavaa tehdä sopimus piakkoin, heti uuden kauden alkuun.

6.5 Toimiston kehittäminen

Toimistossa on käytössä kaksi jokseenkin modernia monitoimikonetta, joita käytetään ensisijaisesti päivittäiseen tuotanto- ja pakkauslistojen tulostamiseen sekä satunnaisiin muihin tulostustöihin. Niin ikään päivittäisessä käytössä on kolme matriisiprintteriä, joita käytetään lähetylistojen tulostukseen. Toimiston työntekijöiden mukaan lähes jokainen asiakas haluaa tuotteen mukana tulevat lähetylistansa nimenomaan fyysisessä muodossa, joitain poikkeuksia lukuun ottamatta. Paperin käytön minimoinnin lisäksi siirtyminen sen käytöstä täysin sähköiseen viestintään ja tiedonvälitykseen niin yhtiön sisäisesti kuin asiakkaidenkin kanssa on ehdottomasti harkitsemisen arvoinen ratkaisu jo taloudelliselta kannalta tarkasteltuna. Toimistossa on jo käytössä sähköisiä tiedonhallintajärjestelmiä, joiden lisäksi ainakin toimistolle tulevat laskut toimitetaan sähköisessä muodossa, joista ainakin osa myös fyysisessä. Toimiston sisäinen kommunikointi ja tiedonvälitys tapahtuvat sen pienen koon ansiosta usein puheen välityksellä, mutta myös sähköisesti sekä joissain tapauksissa paperin välityksellä. Paperin käytön minimointi sekä henkilöstön koulutus energiatehokkaaseen toimistolaitteiston käyttöön ovat tehokas tapa pienentää toimistorakennuksen energiankulutusta jo käyttöön otettujen energiaa säästävien ominaisuuksien ohella (Motiva Oy 2016b).

Säästöä sähkönkulutuksessa voidaan saada valojen käyttöön tarkempaa huomiota kiinnittämällä sekä siirtymällä pöytätietokoneiden käytöstä kannettaviin tietokoneisiin, niiden kulutuksen ollessa 50 – 80 % pienempi kuin vastaavien pöytäkoneiden (Motiva Oy 2015). Toimistoympäristössä kannettavan tietokoneen käyttö sellaisenaan voi ergonomian kannalta olla huono ratkaisu, mutta ongelma voidaan kiertää telakalla, johon erilliset näppäimistö, hiiri sekä näyttö voidaan liittää. Itse datan prosessointi kuitenkin tapahtuu kannettavassa tietokoneessa, täten säästään energiaa pöytätietokoneeseen verrattuna.

Konttorirakennuksen sisätilat ovat hiljattain saneerattu, mutta julkisivuun kohdistuvat lämpövuotomittaukset sekä mahdollinen lämpöeristyksen parannus saattaisivat olla paikallaan. Lisäksi, mikäli toimiston poistoilman sisältämää lämpöä ei vielä oteta talteen ja kierrätetä ilmanvaihtokoneella, on se harkitsemisen arvoinen vaihtoehto.

7 YHTEENVETO

Selvityksen myötä saatiin muodostettua kokonaiskuva leipomon materiaali- ja energiasivuvirroista sekä yleiskuvaa sen toiminnasta muuten. Kehityskohteita ja tapoja sivuvirtojen hyödyntämiseksi löytyi, erityisesti biosivuvirran ja ylijäämälämmön osilta.

Ylijäämälämpöä syntyy huomattavasti enemmän kuin mitä yrityksen Vuoripojankadulla sijaitsevilla kiinteistöissä tarvitaan. Sen hyödyntäminen vaatii investointeja vähintään yritykseltä itseltään, mutta esimerkiksi Motiva Oy:n energiatehokkuussopimukseen sitoutuessaan yritys voi vastaanottaa hankintoihinsa investointitukea. Selvityksen valossa helpoimmin käytettävissä oleva potentiaalinen käyttökohde talteen otetulle ylijäämälämmölle on toimistorakennus. Muita mahdollisuuksia ovat lämmön varastointi kallioon tai sen myynti lähialueen yrityksille. Nämä kuitenkin vaativat tarkempaa jatkoselvitystä.

Monet selvityksessä esiin tulleet hyötykäyttöpotentiaalit vaativat syvällisempää tarkastelua sekä keskustelua yrityksen ja tarvittavan laitteiston toimittajan kanssa. Jatkoselvitykset, suunnittelu ja laitteistot voivat investointeina vaikuttaa suurilta, mutta aiemminkin mainittujen Motiva Oy:n tarjoamien investointitukien avulla kehitysaskleet tulevat yritykselle edullisemmiksi ja nopeammin kannattaviksi. Jokainen yrityksen materiaali- ja energiatehokkuutta kehittävä ratkaisu myös voimistaa sen imagoa ajan tasalla olevana, aktiivisena ympäristötoimijana.

LÄHTEET

Gasum 2015. Finland's largest upgraded biogas production facility opened by LABIO and Gasum in Lahti. Gasum, 5.3.2015 [viitattu 21.3.2017].

Saatavissa: <https://www.gasum.com/en/About-gasum/for-the-media/News/2015/Labio-and-Gasum-biogas-production/>

Heikkilä, I. & Kiuru, T. 2014. Ylijäämälämmön taloudellinen hyödyntäminen - ylijäämälämpöenergia-analyysit, 52. Motiva, huhtikuu 2014 [viitattu

23.11.2016]. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/8808/Ylijaamalammon_taloudellinen_hyodyntaminen_-_ylijaamalampoenergia-analyysit.pdf

Hokkinen, M. 2017. Toimialajohtaja. Sinuhe Ky. Haastattelu 9.2.2017.

Huld, T. & Pinedo-Pascua, I. 2012. Global irradiation and solar electricity potential. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS),

10.2.2012 [viitattu 7.10.2016]. Saatavissa:

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eu_cmsaf_opt/G_opt_FI.pdf

Ilmatieteen laitos 2016. Suomen Tuuliatlas. Ilmatieteen laitos, 2016

[viitattu 6.10.2016]. Saatavissa: <http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/>

Juntunen, J., Jalas, M. & Auvinen, K. 2015. Kannattavuuslaskurit.

FinSolar, 19.11.2015 [viitattu 7.10.2016]. Saatavissa:

<http://www.finsolar.net/aurinkoenergian-hankintaohjeita/kannattavuuslaskurit/>

LABIO Oy 2017. Yritysinfo. LABIO Oy, 2017 [viitattu 22.4.2017].

Saatavissa: <http://www.labio.fi/yritysinfo/laitokset> ja

<http://www.labio.fi/yritysinfo/labio-oy/>

Motiva Oy 2015. Viihde-elektroniikka ja tietotekniikka. Motiva, 7.10.2015

[viitattu 12.12.2016]. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/viihde-elektroniikka_ja_tietokoneet

Motiva Oy 2016a. Materiaalitehokkuus. Motiva, 3.11.2016 [viitattu 2.4.2017]. Saatavissa:

https://www.motiva.fi/etusivu_2010/toimialueet/materiaalitehokkuus

Motiva Oy 2016b. Toimiston sähkönkäyttö -kalvosarja. Motiva, 8.12.2016 [viitattu 19.12.2016]. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/1777/toimistonsahkonkayttotautatekstit_final.pdf

Motiva Oy 2017. Kansalliset energiatehokkuussopimukset.

Energiatehokkuussopimukset, 6.2.2017 [viitattu 13.5.2017]. Saatavissa:

http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/

Oilon Industry Oy 2015. Oil, Gas and Dual Fuel Burners, 5. Oilon Oy, syyskuu 2015 [viitattu 29.3.2017]. Saatavissa:

https://filebrowser.oilon.com/www/uploadedfiles/Oilon/Materials/Oilon_5_EN.pdf

Pääkaupunkiseudun Kierrätyskeskus Oy 2016. Pieni ympäristöopas hankkeiden toimistoihin, 4. Kierrätyskeskus, 2016 [viitattu 12.12.2016].

Saatavissa: <http://www.kierratyskeskus.fi/files/611/ymparistoopas.pdf>

Salminen, V-P. 2016. Tuotepäällikkö. Sinuhe Ky. Haastattelu 3.11.2016.

Salminen, Veli-Pekka 2017a. VS: Vastaanotetut massat [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Efe Virto. Lähetetty 22.2.2017 [viitattu 23.2.2017].

Salminen, Veli-Pekka 2017b. VS: Raaka-aineista ja tuotannosta [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Efe Virto. Lähetetty 8.4.2017 [viitattu 10.4.2017].

Siikanen, S., Hiltunen, Y., Kauppinen T., Kivi, S., Möttönen, V-J., Nissinen, K., Kaarre, M., Teppola, P. & Juuti, M. 2012. Energiatehokkuus teollisuusprosesseissa ja rakennusten energiankulutuksessa, 140. VTT, 19.3.2012 [viitattu 14.12.2016]. Saatavissa:

http://www.vtt.fi/files/news/2012/ENEFIR_loppuraportti_v04.pdf

Stång, Kari 2016. VS: Sinuhen jätehuoltoraportit [sähköpostiviesti].
Vastaanottaja Efe Virto. Lähetetty 10.10.2016 [viitattu 20.4.2017].

Stång, Kari 2017. Jättemääräraportti v. 2106 [sähköpostiviesti].
Vastaanottaja Matti Hokkinen. Lähetetty 19.4.2017 [viitattu 20.4.2017].

St1 2009. St1:n viides bioetanolin Etanolix®-valmistuslaitos Hartwall
Lahden yhteyteen. St1, 12.1.2009 [viitattu 21.3.2017]. Saatavissa:
<http://www.st1.fi/uutiset/tiedotteet/13145>

Sun Energia Oy 2017. Sun Energia: Tee aurinkoenergiälaskelma talollesi.
Sun Energia, 2017 [viitattu 11.5.2017]. Saatavissa:
<http://map.sunenergia.com/start>

Suomen Tuulivoimayhdistys 2016a. Investoinnit. Tuulivoimayhdistys, 2016
[viitattu 5.10.2016]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/taloudellisuus/investoinnit>

Suomen Tuulivoimayhdistys 2016b. Käyttö- ja ylläpitokustannukset. Tietoa
tuulivoimasta, 2016 [viitattu 18.10.2016]. Saatavissa:
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/taloudellisuus/kaytto-ja-yllapitokustannukset>

SYKLI 2017. Materiaalitehokkuus. Ympäristöosaava, 2017 [viitattu
4.4.2017]. Saatavissa:
<http://www.ymparistoosaava.fi/ruokapalveluala/index.php?k=22569>

Toivonen, Soile 2016. VS: kulutuksia sinuhe ky [sähköpostiviesti].
Vastaanottaja Matti Hokkinen. Lähetetty 9.10.2016 [viitattu 10.1.2017].

Työ- ja elinkeinoministeriö 2017. Energiatehokkuus. Työ- ja
elinkeinoministeriö, 2017 [viitattu 3.4.2017]. Saatavissa:
tem.fi/energiatehokkuus

World Nuclear Association 2016. Heat Values of Various Fuels. World
Nuclear Association, syyskuu 2016 [viitattu 5.4.2017]. Saatavissa:

<http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/heat-values-of-various-fuels.aspx>

LIITTEET

Liite 1. Ympäristöhuollon jakeet Lahden leipomolla.

Liite 2. Sähkön, kaasun ja veden kulutus Lahden leipomolla.

Liite 1. Ympäristöhuollon jakeet Lahden leipomolla.

Energijajakeet											
Vuosi	Suursäkit sekalaisten		Vastaanottopaikan perusmaksu		Etukuumassailon tyhjennys		Kuljetuspalvelu		Puristimen tyhjennys		Euroa
	Tonnia	Euroa	Kappaletta	Euroa	Kappaletta	Euroa	Kappaletta	Euroa	Kappaletta	Euroa	
2011	22,5	545,2	50,5	49,0	0,0	513,7	0,0	21,0	49,0	3522,2	12,0
2012	21,8	517,3	65,0	99,0	47,0	545,2	568,5	26,0	52,0	3652,3	23,0
2013	25,4	742,7	73,0	99,0	50,2	503,2	624,9	26,0	48,0	3298,5	24,0
2014	24,5	865,4	73,5	43,0	32,0	325,0	153,6	0,0	31,0	2119,8	15,0
2015	28,1	1081,9	78,0	26,0	27,6	272,6	0,0	0,0	26,0	1942,6	12,0
2016	30,0	1166,5	80,0	27,0	28,1	283,1	0,0	0,0	27,0	2017,3	12,0

Muovi											
Vuosi	Biojäte teollinen		Vastaanottopaikan perusmaksu		Puristimen tyhjennys		Vuokra		Kulvomuovi		Euroa
	Tonnia	Euroa	Kpl	Euroa	kpl	Euroa	kpl	Euroa	kpl	Euroa	
2011	158,2	9838,7	0,0	53,0	0,0	547,6	0,0	12,0	2600,2	851,0	626,9
2012	147,9	9956,0	0,0	53,0	55,6	53,0	3636,4	0,0	2600,2	599,0	143,1
2013	159,3	10859,4	0,0	53,0	55,6	53,0	3641,4	0,0	2600,2	762,0	181,0
2014	143,9	9819,2	0,0	53,0	55,6	53,0	3767,1	0,0	2600,2	240,0	81,0
2015	154,5	10537,7	0,0	52,0	54,2	52,0	3884,5	0,0	2695,5	0,0	0,0
2016	149,3	10175,1	9,1	712,8	53,0	3959,3	0,0	12,0	3534,0	0,0	0,0

Metalli											
Vuosi	Astian tyhjennys		Vuokra		Keräyspaperi		Keräyspahvi		Hyvitys keräyspahvista		Euroa
	kpl	Euroa	kpl	Euroa	kpl	Euroa	kpl	Euroa	kpl	Euroa	
2011	72,0	0,0	72,0	665,8	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	72,0	0,0	72,0	665,8	36,0	6,0	0,0	367,0	0,0	0,0	0,0
2013	78,0	0,0	78,0	564,7	36,0	6,0	0,0	160,0	0,0	0,0	0,0
2014	82,0	0,0	82,0	590,2	36,0	6,0	0,0	94,0	0,0	-459,0	0,0
2015	78,0	0,0	78,0	617,4	36,0	6,0	0,0	8,0	518,1	-518,5	5,2
2016	75,0	0,0	75,0	593,5	36,0	4,0	0,0	8,0	518,0	-490,9	3,2

Lasi											
Vuosi	Astian tyhjennys		Vuokra		Keräyspaikka		Kierätykseen kelpaamaton		Viemärinhuollon palvelut		Euroa
	kpl	Euroa	kpl	Euroa	Tonnia	Euroa	Kappaletta	Euroa	Tonnia	Euroa	
2011	13,0	0,0	13,0	114,3	0,0	17,4	1436,3	51,0	1053,9	12,0	0,0
2012	12,0	0,0	12,0	105,5	0,0	12,6	1055,2	52,0	1074,5	12,0	0,0
2013	13,0	0,0	13,0	98,1	0,0	11,9	1030,5	52,0	661,0	12,0	0,0
2014	15,0	0,0	15,0	115,1	0,0	11,3	1043,3	43,0	551,4	12,0	0,0
2015	13,0	0,0	13,0	102,7	0,0	8,1	0,0	19,0	250,6	12,0	0,0
2016	13,0	0,0	13,0	102,7	0,0	0,0	0,0	0,0	23,3	1814,4	5,0

Liite 2. Sähkön, kaasun ja veden kulutus Lahden leipomolla.

MAAKAASU					
Vuosi	Maakaasun siirto (€)	Maakaasun myynti (€)	Hinta yhteensä (€)	Hinta (€, alv 0 %)	Kaasumäärä (m ³)
2013	55633,70	68139,35	123773,05	99816,98	149121
2014	159039,06	199431,48	358470,54	289089,15	436450
2015	163640,01	196527,64	360167,65	290457,78	430095
2016	181632,42	208072,66	389705,08	314278,29	455361
					syys-joulu
					4300,95
					4553,61
					4553,61
SÄHKÖ					
Vuosi	Sähkön siirto (€)	Sähköenergia (€)	Hinta yhteensä (€)	Hinta (€, alv 0 %)	ALV (€)
2013	26480,11	43510,46	69990,57	56444,01	13546,56
2014	82529,58	11220,98	93750,56	75605,29	18145,27
2015	77066,49	122722,42	199788,91	161120,09	38668,82
2016	86088,19	112545,87	198634,06	160188,76	38445,30
					Lukema (kWh)
					869782
					2587089
					2579624
					2576391
					syys-joulu
					869,782
					2587,089
					2579,624
					2576,391
VESI					
Lukuaika	Lukuväli (d)	Kulutus (m ³)	Lukema (m ³)	Hinta (€, alv 0 %)	Jätevesimaksu €/m ³ alv 0 %
loka.11	357	7195	46019	23024,0	3,2
syys.12	343	6512	3644	20838,4	6809
syys.13	364	7394	11038	23660,8	18,654
loka.14	387	7562	18600	24198,4	
loka.15	368	6851	25451	21923,2	
loka.16	359	6827	32278	21846,4	
					Vuosikulutusarvio m ³
					6809
					Päiväkulutusarvio m ³
					18,654